



Universidade Federal de Sergipe



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA – POSGRAP**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGeo**

**JOÃO LUIZ SANTANA BRAZIL**

**EVENTOS PLUVIAIS EXTREMOS E RISCO DE  
INUNDAÇÕES NA CIDADE DE ARACAJU/SE**

São Cristóvão – SERGIPE  
2016



Universidade Federal de Sergipe

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**



**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA – POSGRAP**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGeo**

**JOÃO LUIZ SANTANA BRAZIL**

**EVENTOS PLUVIAIS EXTREMOS E RISCO DE  
INUNDAÇÕES NA CIDADE DE ARACAJU/SE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Dinâmica Ambiental.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto

São Cristóvão – Sergipe  
2016



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Brazil, João Luiz Santana  
B827e Eventos pluviais extremos e risco de inundações na  
cidade de Aracaju/SE / João Luiz Santana Brazil ;  
orientadora Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto. –  
São Cristóvão, 2016.  
106 f. : il.

Dissertação (mestrado em Geografia) –  
Universidade Federal de Sergipe, 2016.

1. Geografia ambiental. 2. Extremos climáticos –  
Aracaju. 3. Precipitação (Meteorologia). 4. Inundações –  
Avaliação de riscos. I. Pinto, Josefa Eliane Santana de  
Siqueira, orient. II. Título.

CDU 911.3:504.4:551.583.16(813.7)



Universidade Federal de Sergipe



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA – POSGRAP**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGeo**

**EVENTOS PLUVIAIS EXTREMOS E RISCO DE INUNDAÇÕES NA  
CIDADE DE ARACAJU/SE**

Dissertação de mestrado submetida à apreciação da banca examinadora em Maio de 2016  
constituída pelos doutores:

---

**PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> JOSEFA ELIANE SANTANA DE SIQUEIRA PINTO**  
**UFS/PPGeo/ORIENTADORA**

---

**Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> GICÉLIA MENDES DA SILVA**  
**UFS/PPGeo/AVALIADORA INTERNA**

---

**PROF. DR. INAJA FRANCISCO DE SOUSA**  
**UFS/PRORH/AVALIADOR EXTERNO**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a minha família por ter me concedido a graça de realizar mais uma meta na minha vida.

Aos meus avos Luiz Santana e Odete de Jesus, aos meus pais Márcia Santana e Denis Brazil, aos meus irmãos Rodrigo e Daniel por me apoiarem durante esse período e pelos incentivos.

A minha mulher Luciana Oliveira e família agradeço por me apoiarem durante esse período e pelos incentivos.

Aos meus amigos em especial Anderson Martins e Samir Hipolito na minha formação pessoal.

Agradeço a minha orientadora, mentora e inspiração profissional Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto por ter acreditado na possibilidade da realização dessa pesquisa, e contribuiu com suas valiosas e enriquecedoras orientações.

Agradeço aos professores que me apoiaram ao ingresso do mestrado em especial Prof. Me. José Carlos Santos Cunha e Prof. Dr. Claudio Roberto Braghini.

Aos professores do PPGEIO, em especial Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Augusta Mundim Vargas e Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rosemeri Melo e Souza pelo aprendizado acadêmico.

Aos meus colegas de mestrado pelas diversas reflexões, em especial Douglas Gois pelo aprendizado compartilhado em diversas viagens.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta, o meu muito obrigado.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01</b>	Perfil esquemático do processo de enchente e inundação	30
<b>Figura 02</b>	Localização da cidade de Aracaju, Estado de Sergipe	35
<b>Figura 03</b>	Fluxograma da Metodologia	39
<b>Figura 04</b>	Mapa Geoambiental de Aracaju/SE – 2004	48
<b>Figura 05</b>	Manguezal do Bairro Soledade em Aracaju/SE	53
<b>Figura 06</b>	Mapa da Hidrografia de Aracaju – 2004	54
<b>Figura 07</b>	Erosão na Rodovia José Sarney, Zona de Expansão em Aracaju/SE	55
<b>Figura 08</b>	Mapa de Declividade de Aracaju/SE	56
<b>Figura 09</b>	Morro do Bairro Jabotiana em Aracaju/SE	57
<b>Figura 10</b>	Mapa de Cobertura do Solo de Aracaju/SE	59
<b>Figura 11</b>	Mapa da evolução urbana de Aracaju 1855-2013	62
<b>Figura 12</b>	Verticalização da cidade de Aracaju/SE	64
<b>Figura 13</b>	Uso e Ocupação do Solo da cidade de Aracaju/SE	66
<b>Figura 14</b>	Notícia sobre riscos de inundações em Aracaju/SE	68
<b>Figura 15</b>	Risco hidrológico no Canal Santa Maria em Aracaju/SE	69
<b>Figura 16</b>	Lixo e área de inundação no Bairro Porto Dantas, Aracaju/SE	71
<b>Figura 17</b>	Carta de avaliação da ocupação em função da recomendação do uso do solo – 2004	72
<b>Figura 18</b>	Distribuição da média mensal da pluviosidade de Aracaju em 2004- 2014	75
<b>Figura 19</b>	Relação precipitações média mensais e os eventos pluviais em Aracaju 1994-2014	80

<b>Figura 20</b>	Evento Pluvial na cidade de Aracaju em 2011	82
<b>Figura 21</b>	Distribuição dos eventos pluviais extremos na cidade de Aracaju, 1994-2014	84
<b>Figura 22</b>	Evento Pluvial no Bairro Santa Maria em 2012 na cidade de Aracaju/SE	85
<b>Figura 23</b>	Alagamento no Bairro Santa Maria em 2009 na cidade de Aracaju/SE	86
<b>Figura 24</b>	Evento Pluvial na Zona de Expansão em 2009 na cidade de Aracaju/SE	87
<b>Figura 25</b>	Evento pluvial na Zona de Expansão em 2009 na cidade de Aracaju/SE	88
<b>Figura 26</b>	Mapa de risco a inundações da cidade de Aracaju 2004-2014	91

## RESUMO

O crescimento desordenado das cidades tem causado um contínuo processo de degradação ambiental nos centros urbanos, propiciando um cenário para riscos causados pelos fatores climáticos. É nesse contexto que, a partir da década de 70, a cidade de Aracaju cresceu consideravelmente. O processo de ocupação de áreas ambientalmente frágeis, por populações socialmente vulneráveis, é decisivo para a formação de espaços de riscos, mais expostos a eventos pluviais intensos. Esta pesquisa tem como objetivo analisar os eventos pluviais extremos nas áreas de risco à inundações a partir do desenvolvimento urbano da cidade de Aracaju/SE. Para o alcance dos objetivos propostos fez-se uso de procedimentos distintos, priorizando a revisão teórica, levantamento cartográfico e trabalho em campo para evidenciar e registrar as áreas de risco de inundações. A metodologia utilizada permitiu o cruzamento das variáveis socioambientais para identificação do nível de risco a inundações. Os resultados alcançados nesta pesquisa conduziram para a aceitação de que a chuva é a principal causa da formação de risco a inundações em Aracaju/SE, mas que advém das imbricações com os ritmos da urbanização na cidade. Além disso, o estudo demonstrou ainda que um serviço de saneamento adequado, no caso o serviço de drenagem urbana contribui diretamente para a melhoria da qualidade de vida da população. O risco a inundações pode ser analisado e constatado em comparativos dos padrões tipológicos preexistentes em Aracaju em 2004, frente aos atuais padrões tipológicos em 2014. A cidade é outra e suas relações também. Assim, os eventos pluviais extremos que registrados na cidade de Aracaju estão concentradas no período de outono e inverno, entre os meses de março a julho, e ocasionam a condição de exposição a riscos para a população residente, variável conforme seu padrão socioeconômico. Conclui-se, portanto, que para que as políticas públicas sejam eficazes, é fundamental que as autoridades públicas considerem as peculiaridades e particularidades naturais da cidade de Aracaju, remanejando as pessoas das áreas propensas às inundações, além de garantir investimentos na educação ambiental, visando diminuir a quantidade de despejo de lixo nos rios e buscar soluções de engenharia mais adequadas.

**Palavras-Chaves:** Clima Urbano; Eventos Pluviais Extremos; Risco de Inundações.

## ABSTRACT

The disorderly growth of cities has caused a continuous process of environmental degradation in urban centers, providing a setting for risks caused by climatic factors. It is in this context that, from the 70s, the city of Aracaju has grown considerably. The process of occupation of environmentally fragile areas, for socially vulnerable populations is critical to the formation of areas of risk, exposed to more intense rainfall events. This research aims to analyze the extreme rainfall events in the areas of risk to flooding from the urban development of the city of Aracaju / SE. To achieve the proposed objectives was made using different procedures, emphasizing the theoretical review, covering theory and urban climate, cartographic survey and field work to show and record the areas at risk of flooding. The methodology allowed the crossing of social and environmental variables to identify the level of risk to flooding. The results achieved in this research led to the acceptance of the rain is the main cause of the risk of formation to flooding in Aracaju / SE, but that comes from overlapping with the pace of urbanization in the city. In addition, the study also demonstrated that an adequate sanitation service, if the urban drainage service contributes directly to improving the health of the population. The risk to flooding can be analyzed and verified in comparison of existing typological patterns in Aracaju in 2004, compared to the current typological standards in 2014. The city is another and their relationships as well. Thus, the extreme rainfall events that occur in the city of Aracaju occur in the autumn and winter period, between the months of March to July, and cause the exposure condition of the risk to the resident, varies according to their socioeconomic standard population.

**Key Words :** Urban Climate; Events Stormwater Extremes ; Flood Risk .

## SUMÁRIO

Agradecimento-----	V
Índice de Figura -----	VI
<b>RESUMO-----</b>	<b>VIII</b>
<b>ABSTRACT-----</b>	<b>IX</b>
<b>INTRODUÇÃO -----</b>	<b>12</b>
<b>1 REFERENCIAL TEÓRICO -----</b>	<b>17</b>
1.1 Sistema clima urbano e sistema ambiental urbano-----	17
1.2 Risco: do natural ao social -----	23
1.3 Risco climático em eventos pluviais extremos -----	28
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS -----</b>	<b>35</b>
3.1 Caracterização da área estudada -----	35
3.1 Metodologia-----	37
3.2 Procedimentos Metodológicos-----	43
3.2.1 Revisão da Literatura-----	43
3.2.2 Coleta e Tabulação dos Dados -----	43
3.2.3 Trabalho de Campo -----	45
3.2.4 Trabalho de Gabinete-----	45
<b>3 CONDIÇÕES GEOECOLÓGICAS E GEOURBANAS DA CIDADE DE ARACAJU/SE -----</b>	<b>47</b>
3.1 O clima do espaço urbano no contexto regional -----	50
3.2 Cenários urbanos naturais-----	52



<b>3.3 Urbanização e apropriação da natureza</b>	<b>-----61</b>
<b>4 ANÁLISE MULTITEMPORAL DOS EVENTOS PLUVIAIS EXTREMOS</b>	<b>-----74</b>
<b>4.1 Eventos pluviais extremos</b>	<b>-----77</b>
<b>4.2 Ocorrências de inundações</b>	<b>-----82</b>
<b>4.3 Risco e eventos pluviais extremos</b>	<b>-----90</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>-----93</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>-----96</b>

## INTRODUÇÃO

No Brasil, o ordenamento dos territórios urbanos, deriva do anseio da especulação imobiliária ou renda da terra urbana, que direciona a expansão das cidades e estabelece áreas sem uso à espera de valorização. Entende-se que a dinâmica urbana tem especificidades em cada espaço, em cada ambiente ou em cada região, mas se assemelha no conjunto de problemas. Seu conhecimento é pauta significativa de estudos geográficos, quer no domínio da geografia urbana, quer no conhecimento sistemático socioambiental, assumindo uma concepção mais ampla.

No contexto urbano, os impactos da sociedade sobre a natureza exercem repercussão singular, advinda de diferenças sociais, políticas e culturais, também diferentes conforme condicionantes ambientais particulares. As cidades são edificadas em sítios urbanos distintos, podem se desenvolver em zonas costeiras ou em interiores distantes; têm origem próxima ou distante de montanhas; apresenta desenvolvimento horizontal ou se destaca em sua expansão.

Para Ribeiro (2010), à dimensão do crescimento horizontal urbano foi acrescido um processo de modernização conservadora no qual, apesar de registrarem-se avanços na produção tecnológica e um reposicionamento do país na divisão internacional do trabalho, manteve a exclusão social e a concentração da riqueza, o que promove, invariavelmente, ocupação em áreas de risco (mais baratas e, por isso, acessíveis; ou públicas, assim, ocupadas ou “invadidas”).

O processo de urbanização do País, que se acelerou intensamente a partir da década de 1970, não foi acompanhado de políticas de desenvolvimento urbano que se preocupassem em prover moradia para toda a população. Sem condições de adquirir no mercado legal uma residência, a parcela da população mais pobre ocupou aqueles terrenos menos valorizados em função de restrições à ocupação legal, seja devido à situação de risco potencial, seja devido à necessidade de preservação ambiental.

A busca pelo desenvolvimento e expansão das atividades econômicas intensifica a ocupação e incorporação de novos espaços, o que aumenta os riscos de degradação ambiental, principalmente porque a exploração dos recursos naturais na maioria das vezes é desprovida de estudos e planejamentos voltados para o reconhecimento das potencialidades e fragilidades do ambiente e para ordenação da ocupação. O problema ambiental, enquanto o risco a inundações pode ser controlado a partir do momento em que as políticas de ocupação espacial venham a considerar os próprios limites impostos pelas condições naturais e que os usos das terras sejam apoiados em procedimentos sustentáveis (RIOS, 2011 p. 11)

Por sua vez, o crescimento desordenado das cidades tem causado um contínuo processo de degradação ambiental nos centros urbanos. Aliado a falta de planejamento do espaço, à ausência de infraestrutura básica, tem levado à instabilização da dinâmica do relevo, dos solos e dos rios, propiciando um cenário para eventos causados pelos fatores climáticos.

A ação do homem no espaço faz com que as condições do sistema natural sejam alteradas, o que irá desencadear novos processos, em um sistema de retroalimentação, uma vez que a natureza não é passiva às intervenções do homem.

O homem vem intensificando alterações no meio ambiente a fim de moldar o meio físico às suas necessidades e usos. Tais alterações provocam perturbações no equilíbrio dos sistemas naturais, resultando em situações de risco que podem provocar eventos. Assim os assentamentos precários se implantaram e se expandiram, com ocupação de áreas de elevada declividade e de margens de rios, gerando um quadro urbano de extremo risco a deslizamentos de encostas, inundações e enxurradas.

As cidades brasileiras vêm sendo atingidas por eventos, que se tornam mais frequentes e intensos (FELTRIN e RAIA JUNIOR, 2012). Em nível nacional, as cidades ficam cada vez mais em risco às enchentes, enxurradas e inundações, em função da ocupação desordenada do solo em áreas não edificáveis (SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL, 2013).

Acrescenta-se que parcelas significativas da população residem em áreas periféricas que são espaços susceptíveis às adversidades dos fenômenos naturais. Tal situação retrata a ausência de um planejamento territorial em nível estadual e municipal. No nível estadual, destaca-se a ineficácia da gestão dos eventos naturais, especificamente sobre fortes precipitações, e em nível municipal remonta a precariedade do ordenamento urbano, ao evidenciar a ocupação de terrenos impróprios para a habitação pelas populações menos abastadas.

Embora, em muitos casos de eventos associados ao excesso de precipitação, há também outras condicionantes que interferem na instabilidade do geossistema. Por isso, deve-se entender que o desencadeamento de fenômenos como enchentes, inundações e escorregamentos, relaciona-se a uma conjunção de fatores naturais, podendo ser ligados à ação humana. Dentre os fatores naturais, considera-se a precipitação, o comportamento fluvial, a morfometria e o relevo. Dentre os fatores antrópicos, considera-se os fatores estruturais, “quando ocorre a modificação do rio” e não estruturais, “quando o homem convive com o rio”, (TUCCI-2002).

Os riscos climáticos têm se intensificado na atualidade, assumindo a condição de aspecto natural maléfico, destacando a condição das chuvas concentradas, típicas dos trópicos

úmidos. E assim, justifica-se a preocupação da pesquisa, visto que é onde se localiza a cidade de Aracaju, e, como tal, suscetível a adversidade.

Provenientes dos insumos energéticos da atmosfera, as chuvas somente adquirem caráter de impacto, quando promovem sobre um espaço humanizado, com ele interagindo (GONÇALVES, 2011), produzindo transtornos econômicos e sociais, principalmente no espaço citadino.

Embora estes eventos sejam naturais, com períodos e locais razoavelmente conhecidos, as suas gravidades dependem da tolerância das sociedades face aos impactos gerados. A redução da vulnerabilidade do meio urbano exige mudanças estruturais na sociedade, adequando-se os usos as condições ambientais (MONTEIRO, A. 2009).

Mendonça (2004) se pronuncia no livro sobre Risco Climático: vulnerabilidade e resiliência associadas, assegurando que “uma perspectiva bastante negativista da interação entre a atmosfera-clima e as sociedades humanas” (pag. 7/8).

Em relação ao sistema climático, a cidade de Aracaju encontra-se exposta aos riscos ambientais, principalmente pelo fato de apresentar carência nos sistemas de drenagem, deficiências de equipamento de proteção monitoramento, alerta e prevenção aos eventos pluviais. Sendo assim responsável pelos danos, promovendo enchentes e alagamentos e, pontualmente, favorecendo os deslizamentos, incidindo diferentemente no espaço em função das condições socioambientais.

É mister evidenciar que dos elementos climáticos a chuva prepondera sobre temperatura e pressão e seus derivados, como condição vinculada a sua posição latitudinal e aos sistemas atmosféricos produtores do tempo.

Os episódios de inundações, constantemente noticiados pela mídia local, trazem consequências diretas à população, bem como gastos à administração municipal. Assim, torna-se importante definir e mapear as possíveis áreas de risco, além de conhecer a gênese e características das precipitações responsáveis por inundações, com intuito de conhecer para melhor planejar.

Nesse sentido, podemos evidenciar que os espaços mais suscetíveis aos riscos relacionados à eventos pluviais extremo, como alagamentos, desabamentos e deslizamento de terra encontram-se nas áreas periféricas da cidade.

Por fim, a pesquisa tem como objetivo analisar os eventos pluviais extremos nas áreas de risco à inundações a partir do desenvolvimento urbano da cidade de Aracaju/SE. Ademais, os objetivos específicos foram os seguintes: (I) Caracterizar as condições socioambientais da cidade; (II) Identificar eventos pluviais extremos entre 2004 até 2014 nas áreas de risco à

inundações; (III) Analisar os eventos pluviais extremos nas áreas de risco a inundações da cidade de Aracaju/SE; (IV) Classificar o risco de inundações a partir dos eventos pluviais extremos na cidade.

Pretende-se contribuir para a Geografia, ao identificar, analisar e compreender a relação entre a sociedade e os riscos ambientais de inundação de Aracaju através da dinâmica climática e pelo desenvolvimento urbano. Torna-se importante para prever ou sugerir ações e intervenções públicas eficazes e pode significar uma tomada de consciência coletiva e ainda desencadear posturas inovadoras.

Outros autores se debruçaram em pesquisas sobre a dinâmica ambiental de Aracaju, e são referências, a exemplo de Pinto (2002), Araujo (2006), Vilar (2000), Pires (2011), Santos (2016) entre outros. Pinto publicou um capítulo do livro sobre o clima das cidades brasileiras, discorrendo sobre o clima na escala local de Aracaju/SE, sem se reportar ao clima urbano da cidade em seus múltiplos aspectos. Deteve-se a uma análise descritiva de sua pluviometria. E, mais recentemente, Santos desenvolveu uma pesquisa sobre o clima urbano do bairro Atalaia, com especificidade para o campo térmico.

O conhecimento geográfico e o interesse em estudar a cidade de Aracaju estimulam novas abordagens sem se configurar necessariamente um mesmo olhar ou repetição. O que aqui se propõe como meta é o enfoque relativo ao Sistema Ambiental Urbano (SAU), assim como preconizado por Mendonça (2004), avaliando os riscos climáticos associados aos eventos pluviais extremos de Aracaju/SE a partir do desenvolvimento urbano da cidade entre os anos de 2004 até 2014.

O clima urbano em abrangência permite análise de questões específicas como riscos de ordem climáticos no contexto da dinâmica socioambiental, como contribuição científica das cidades e conhecimento de sua atmosfera. A proposta teórica é de focalizar o clima sob perspectivas, conjuntivo e integrado, formando uma matriz de conhecimento.

Amorim (2000 e 2013) refere-se às mudanças climáticas no ambiente urbano como estrutura teórica e valida estudos de caso na climatologia urbana e regional, consolidando a evolução do conhecimento urbano e geográfico.

Assim, a pesquisa presente é embasada em teorias específicas e funda-se no espaço urbano de uma cidade de clima tropical e onde as chuvas desempenham função benéfica ou maléfica e integram-se ao cotidiano de seus moradores. São riscos do natural ao social.

A Dissertação se encontra estruturada em 4 capítulos. **No Capítulo 1** apresenta um referencial teórico, síntese de leituras e da abordagem advinda do tema: sistema clima urbano

e sistema ambiental urbano; risco do natural ao social; risco climático em eventos pluviais extremos; planejamento e gestão de risco em espaço urbano.

O **Capítulo 2** abordou as questões de pesquisa e os procedimentos técnicos e operacionais, como: revisão da literatura, coleta e tabulação dos dados, levantamento de campo e atividade de gabinete.

No **Capítulo 3**, trata das condições geoecológicas (clima, geologia, geomorfologia, declividade, hidrografia e vegetação) e geourbanas (drenagem urbana e uso e ocupação do solo) da cidade de Aracaju/SE.

No **Capítulo 4** apresenta análise multitemporal dos eventos pluviais extremos, compreendendo os eventos pluviais extremos, as ocorrências de inundações e o nível do risco à inundações existente no espaço urbano da cidade de Aracaju/SE.

Por fim, apresenta-se as considerações finais da pesquisa.

## 1 REFERENCIAL TEÓRICO

Experimentos teóricos trazem o debate da definição entre problemas e soluções, entre risco e potencialidades, entre o sim e o não, entre a negação e a afirmação.

A presente dissertação almeja contribuir com a associação entre o SAU – Sistema Ambiental Urbano e a teoria do SCU – Sistema Clima Urbano, elegendo algumas questões de consistência, derivadas dos processos de leituras e experiências.

É elementar salientar que a abordagem sistêmica do clima urbano pode ser parte de uma dinâmica ambiental ou como menção de seus aspectos geográficos, climatológicos, ou se constituir como tema central.

### 1.1 SISTEMA CLIMA URBANO E SISTEMA AMBIENTAL URBANO

A Climatologia Geográfica explica e descreve os fenômenos atmosféricos e procura a compreensão dos processos e interações que ocorrem na dinâmica da atmosfera e na interface atmosfera-superfície da Terra. É um ramo da Geografia Física e tem o clima como objeto de estudo, sua descrição e a compreensão dos distintos tipos de tempo que o caracterizam (PINTO e NETTO, 2008).

Foi a partir da tomada de consciência do fato urbano que o homem passou a perceber que a atmosfera sobre a cidade era sensivelmente diferente daquela do campo (MONTEIRO, 1976 *apud* SILVEIRA, 2007, p. 23). Embora as urbanizações de certos países europeus remontem ao século XVII, foi somente no século XX, que geógrafos e meteorologistas europeus e americanos passaram a dar atenção à atmosfera sobre as cidades (meteorologistas) e/ou “climas urbanos” (geógrafos).

A primeira sistematização sobre o tema foi formulada por Landsberg (1956) em Chicago, com o título “Man’s Role in Changing the Face of Earth”. Para este autor o clima urbano consiste na modificação do clima local em relação às áreas circunvizinhas, apresentando maior quantidade de calor e mudanças na composição da atmosfera, ventilação e umidade (LANDSBERG, 1956 *apud* GRILLO; BRINO, 1994). Chandler (1965) foi o autor da primeira monografia aprofundada sobre uma grande cidade (Londres). A partir de então cresceu o interesse pelo assunto na América e Japão (SILVEIRA, 2007, p. 23).

E a climatologia urbana se constitui em expressão dinâmica e crescente, pelos desafios da pesquisa dimensionada e nas mais diversas escalas, em estudos de caso ou em propostas teórico-metodológicas. Há que se posicionar, esclarecendo a preocupação em estabelecer limites e fundamentos teóricos, no Sistema Clima Urbano (SCU) e no Sistema Ambiental

Urbano (SAU), em suas particularidades aplicadas ao objetivo geral proposto na pesquisa, tendo como espaço, Aracaju/SE. Duas obras de expressiva contribuição teórica e metodológica da climatologia geográfica.

No Brasil, a abordagem geográfica na climatologia no que se refere a análise dos impactos pluviais nas áreas urbanas tem sua base teórico-conceitual nos estudos desenvolvidos por Monteiro, tanto em relação ao paradigma da análise rítmica (MONTEIRO, 1971) quanto em relação ao enfoque sistêmico com que trata o clima urbano (MONTEIRO, 1976). Os impactos pluviais concentrados e suas repercussões espaciais na região estudada serão analisadas a partir deste sistema conceitual através do canal de percepção do impacto meteórico (subsistema hidrodinâmico), valorizando os episódios anômalos e enquadrando-os na categoria dos “eventos extremos ou acidentais” (GONÇALVES, 2003).

Neste, os episódios pluviais concentrados foram enfocados, sob dois aspectos teórico-conceituais distintos, porém, intimamente relacionados, dentro de uma perspectiva geográfica voltada para os problemas de qualidade ambiental: clima urbano e eventos pluviais extremos.

O clima constitui-se numa das dimensões do ambiente urbano e seu estudo tem oferecido importantes contribuições ao equacionamento da questão ambiental das cidades. As condições climáticas destas áreas, entendidas como clima urbano, são derivadas da alteração da paisagem natural e da sua substituição por um ambiente construído, palco de intensas atividades humanas. (MENDONÇA, 2003, p. 93).

As mudanças provocadas pelo homem no ambiente assumem proporções sem precedentes nas áreas de maior concentração de pessoas, que são as cidades. Nas áreas urbanas as alterações ambientais são mais contundentes, com maior intensidade e consequências que resultam em um clima especial, o Clima Urbano.

O clima urbano é compreendido como um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização (MASCARÓ, 1996, p.33). Os elementos climáticos que se manifestam com maior importância são a temperatura do ar, a umidade do ar, as precipitações e os ventos. Esses elementos são dinâmicos, pois são modificados a cada instante, de acordo com as diversas combinações entre si.

As cidades constituíram-se no principal cenário do desenvolvimento das relações humanas, em tal ambiente se processam as relações sociais, as econômicas e as culturais de um determinado contexto histórico social, onde os processos de produção provocam constantes modificações no espaço urbano, e conseqüentemente no clima urbano. (SAYDELLES, 2005).



A cidade gera um clima próprio (clima urbano), resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada de limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala local. Seus efeitos mais diretos são percebidos pela população através de manifestações ligadas ao conforto térmico, à qualidade do ar, aos impactos pluviais e a outras manifestações capazes de desorganizar a vida da cidade e deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes. (MONTEIRO, 1976, p.134).

Monteiro (1976) apresenta a existência de três subsistemas internos ao S.C.U. e seus respectivos canais de percepção, são eles: o físico-químico (qualidade do ar), o Hidrometeorológico (impacto meteorológico) e o termodinâmico (conforto térmico). Para a realização dessa pesquisa foi dada ênfase ao subsistema termodinâmico.

O clima urbano consiste na alteração do clima local, imposto pela materialidade física das cidades e das atividades dela decorrentes, que acabam promovendo alterações nos balanços energético, térmico e hídrico (MONTEIRO & MENDONÇA, 2003). Essas alterações podem originar fenômenos como as ilhas de calor e de frescor, desconforto térmico, concentração da poluição e inundações (MENDONÇA, 2000).

A concepção científica norteadora da pesquisa está embasada sobre o entendimento que o meio ambiente consiste no produto das relações mantidas entre a sociedade e a natureza, resultando em estados momentâneos de (des)equilíbrios. Neste sentido, tais perspectivas visam a reestruturação do estudo do meio ambiente na Geografia, a qual tem naquelas relações a sua origem, fundamentando a análise ambiental desta ciência.

E assim, é que foram empregadas as concepções da Abordagem Socioambiental elaboradas por Mendonça (2001) a partir da sistematização do pensamento de autores assentados sobre os princípios sistêmicos, holísticos e complexos construtores da realidade, inclusive a ambiental.

O paradigma de uma Geografia globalizante, total e sistêmica vem sendo construído no decorrer do século XX por diversos autores que sobre diferentes perspectivas teóricas e ideológicas tratam a Geografia, no estudo do meio ambiente, através de abordagens que se fundamentam nas interações entre as sociedades e a natureza (MENDONÇA, 2001 *apud* OLIMPIO, 2013, p. 23). Nestes termos, Monteiro (1984 *apud* MENDONÇA 2004), analisando o contexto dos estudos da Geografia, afirma que:

[...] os geógrafos dedicados aos aspectos naturais não deixem de considerar o homem no centro deste jogo de relações e que aqueles dedicados às desigualdades sociais não as vissem fora dos lugares seriam meros pontos superficiais de uma convergência que pode ser, como tem sido desatada a qualquer momento. O verdadeiro fio condutor de uma estratégia capaz de

promover a unidade do conhecimento geográfico advirá de um pacto mais profundo que só pode emanar de uma concepção filosófica propícia. (p. 133).

Uma destas concepções é a Abordagem Socioambiental, a qual Mendonça (2001) sistematizou buscando transcender a clássica dicotomia entre a Geografia Física e a Geografia Humana, propondo a unidade do conhecimento geográfico no entorno da questão ambiental, a partir da integração dos elementos e fatores que integram um dos objetos de estudo desta ciência, ou seja, as relações entre a sociedade e a natureza na produção do espaço geográfico.

A Abordagem Socioambiental deve-se ir ao encontro de uma perspectiva que envolva estes referenciais no entendimento da complexidade presente no meio ambiente. Neste sentido, Leff (2001 *apud* OLIMPIO, 2013, p. 26) distingue os processos naturais e sociais na problemática ambiental contemporânea e argumenta, a partir de uma análise que contrapõe ecologia e a perspectiva materialista, que:

[...]O recurso natural e a força de trabalho não são entes naturais existentes independentemente do social, mas são já o biológico determinado pelas condições de produção e reprodução de uma dada estrutura social (OLIMPIO, 2013, p. 26).

Assim, a Abordagem Socioambiental apresenta um avanço expressivo no seu método de estudo ao por no mesmo patamar a sociedade e a natureza, confrontando-as de forma dialética e não apenas como elementos estanques de um conjunto (DIAS, 2010 *apud* OLIMPIO, 2013, p. 26-27), mas rompendo com os preceitos da ciência clássica, a qual determina o emprego de métodos rígidos, visando a obtenção de respostas precisas e sem margens para a incerteza. Neste caso, não significa que se deve realizar uma análise sobre o método dialético, a qual se fundamenta no processo de transformação social, dificilmente aplicado na evolução do quadro natural, mas de perceber dialeticamente o meio ambiente com o produto das confrontações entre a natureza e a sociedade (MENDONÇA, 2001b).

Neste sentido, a Abordagem Socioambiental é um referencial de cunho sistêmico, holístico e complexo, de modo que o meio ambiente se encontra em constante processo de transformação, resultado da dinâmica socioambiental construída (MENDONÇA, 2002).

Esta abordagem conceitual pode ser concebida como um novo paradigma para os estudos dos riscos e desastres naturais, pois transfere o enfoque da compreensão dos mesmos da lógica de produção e reprodução do espacial ou do foco naturalista, para uma análise embasada nas relações sociedade-natureza, adotando uma postura de incerteza e instabilidade

dos processos sociais e naturais no espaço geográfico (MENDONÇA, 2011 *apud* OLIMPIO, 2013, p. 27).

O clima exerce papel significativo em escalas distintas e sua análise deve contribuir para ações e processos de planejamento urbano e regional. Sua compreensão ou a compreensão de seus processos se aplica a diferentes espaços ou dimensões espaciais.

Assim se manifesta Amorim (2013) apresentando proposta para o estudo dos climas urbanos de áreas não metropolitanas (cidades de médio porte), por meio do paradigma do ritmo climático e suas possibilidades de interpretação, como auxílio ao planejamento urbano que se constitui uma tentativa de superação das ações inadequadas da sociedade sobre o espaço.

Dentre os problemas recorrentes nas cidades, pode-se citar a destinação inadequada dos resíduos sólidos, o tratamento ineficiente ou inexistente de esgoto, a poluição do ar, da água, do solo e do subsolo, o deslizamento de vertentes e a geração do clima urbano. (p. 173)

Desta forma, eventos pluviais extremos e os riscos remetem a uma abordagem dual e de interface sobre o espaço geográfico, seja rural ou urbano, em estado natural ou alterado pelas ações humanas, mas que evidencie um necessário diálogo entre as ciências e destas com as amplas dimensões da sociedade, visando a construção de um conhecimento complexo da realidade do espaço sob a situação de risco (MENDONÇA, 2009).

No entanto, há que se reforçar em referências teóricas e em estudos aplicadas, que a vulnerabilidade é criada pelas sociedades, refletindo as condições objetivas e subjetivas que originam ou aumentam a predisposição de grupos a serem afetados por um perigo ambiental, que possibilita estimar os danos da sociedade após a materialização de um evento natural adverso. (ZANELLA & OLIMPIO, 2014, P.120)

Por sua vez, os espaços urbanos apresentam dinâmicas próprias, associadas à sua dimensão espacial, que vão requerer procedimentos complementares ou a supressão de alguma técnica de pesquisa, por falta de elementos.

As cidades de porte médio e pequeno possuem então características geográficas bastante diferenciadas daquelas de grande porte e metropolitanas e apresentam, portanto, consideráveis facilidades para a identificação de suas paisagens intra-urbanas; estas, previamente identificadas, permitirão uma melhor compreensão da interação sociedade-natureza na construção do clima urbano. (MENDONÇA, 2003, P.96).

No tocante aos riscos originados da dinâmica atmosférica, Nunes (2009) esclarece que a relação entre os processos de mobilidade da população no espaço, sobretudo em áreas de

risco, e os mecanismos de atmosfera, projetam as dificuldades em integrar os elementos naturais e sociais, ambos com graus de incerteza. Porém, proposições viáveis dependem da consideração conjunta e imparcial destes elementos.

Mendonça (2004, p. 201-203) propõe uma perspectiva que toma a cidade como uma totalidade, o Sistema Ambiental Urbano (S.A.U) que é constituído por dois subsistemas: Subsistema Natural e Subsistema Construído. Os resultantes (output) do sistema seriam os problemas ambientais urbanos, que demandam atenção da população, da sociedade organizada e das instituições. As inundações seriam output do S.A.U. Mendonça (2004, p. 203) ainda propõe que se pense este sistema na perspectiva do planejamento e gestão socioambiental urbana. E o autor se expressa:

Inúmeros exemplos de realidades que espelham condições de impactos, riscos e vulnerabilidades socioambientais podem ser evocados acerca de cidades de países não desenvolvidos. A lógica da urbanização no contexto de tais países é muito parecida no tocante à produção dos espaços urbanos ali presentes e, de forma particular, da miríade de problemas que lhes caracterizam. Assim, a constatação da degradação ambiental e da qualidade/condições de vida compõe um só mosaico, sobre o qual a aplicação da perspectiva da vulnerabilidade socioambiental pode em muito contribuir para realçar a gênese e evolução dos problemas atinentes. (MENDONÇA, 2004, P. 147)

Ana Monteiro (2009) publica um artigo intitulado “As cidades e a precipitação: uma relação demasiado briguenta”, resultado de uma pesquisa aplicada a cidade do Porto, em Portugal, onde afirma que as precipitações trazem surpresas positivas e negativas e que requerem a busca de instrumentos de controle para convivência harmoniosa.

E confirma:

A precipitação é um elemento climático fundamental para a vida nas suas diversas formas, mas também é responsável por elevados prejuízos consoante a natureza, a intensidade e a duração do episódio. A sua presença ou a sua escassez é responsável, atualmente, por prejuízos avultados sobretudo em espaços densamente ocupados (p. 12).

Deste modo, faz-se o estudo sobre os riscos e eventos pluviais sob a ótica anteriormente apresentada, uma vez que tal problemática é o produto combinado em um mesmo espaço e tempo dos fenômenos naturais associados aos processos humanos.

## 1.2 RISCO: DO NATURAL AO SOCIAL

Com relação à origem etimológica da palavra risco, ela apresentou significados diferenciados ao longo do tempo, evoluindo até tomar a noção atual. Assim, em inglês esta palavra foi expressa como risk, no espanhol como riesgo, no italiano como rischio e no francês como risque. Possivelmente, elas remetem aos termos latinos rixare, cujo significado é “brigar”, ou resecare que significa “extirpar, suprimir”. Também esteve presente no grego com rhizikon e no árabe com a palavra risk. No castelhano antigo, o significado da palavra ressegue era ressecar ou cortar, mas em seguida, durante a idade média, foi empregado como sinônimo de luta, contradição e divisão. Durante a Renascença empregou-se a palavra rischio para designar o risco das navegações atingirem promontórios imersos, já na língua castelhana o termo foi destinado ao risco de transeuntes de penhascos escarpados (VEYRET & RICHEMOND, 2007).

O conceito de risco permeia diversas nuances da sociedade. Ele está presente na academia, no setor empresarial, nas obras de engenharia, na saúde, nos serviços de seguros, entre outras atividades. Esta disfunção do termo resulta das próprias características inerentes da sociedade pós moderna, marcada por uma noção que busca o domínio da incerteza e da insegurança (ALMEIDA, 2011).

Na sociedade pós-moderna, o risco é onipresente, estando em todas as atividades humanas, mesmo as mais simples, como fazer um passeio, dirigir ou trabalhar, por outro lado aquilo que é normal se converteu em risco, a exemplo do envelhecimento e da morte. Diante destas características, o sociólogo Beck denomina esta sociedade como a “sociedade do risco”, etapa posterior à modernidade, no qual os riscos tornam-se cada vez mais comuns e temidos. Para o autor, a noção de risco foi central na estruturação da sociedade do século XX e está ligada às condições de incerteza e de desproteção, manifestados nas esferas política, social, econômica, cultural e ambiental (VEYRET & RICHEMOND, 2007).

Vivemos em uma sociedade do risco, onde a ocorrência de desastres é considerada como consequência de nossas atividades e decisões, não se confundindo com uma obra divina ou fatalidade. (CASTRO; PEIXOTO & DO RIO, 2005, p.13).

A ideia de risco tem acompanhado desde sempre o homem. No princípio, os riscos eram exclusivamente naturais; a pouco e pouco, além desses apareceram outros como consequência das suas próprias atividades, tendo ou não componente natural. Hoje, os riscos são já de toda a ordem, desde os naturais aos socioeconômicos ou aos tecnológicos (FAUGÉRES, 1991), é impossível analisá-los em separado, pois constituem-se em

verdadeiros complexos de riscos. “Os riscos naturais, nunca podem ser analisados isoladamente” (REBELO, 2001 e 2003). Estes resultam da conjugação de dois aspectos, o primeiro da dinâmica do meio físico que envolve perigo para a presença do homem, ou seja, que apresenta perigosidade e o segundo da exposição de uma comunidade em relação aos perigos resultantes dessa dinâmica.

Embora não seja possível afirmar com exatidão qual foi o primeiro trabalho técnico-científico sobre os riscos, Adams (1995 *apud* CASTRO; PEIXOTO & DO RIO 2005) aponta que os termos risco e incerteza foram inicialmente empregados em 1921 por Frank Knight em seu trabalho “Risk, uncertainty and profit”, o qual trata dos riscos de investimentos econômicos.

No senso comum, a noção de risco está vinculada a possibilidade de um dano, assim Rocha e Pires (2001) o definem como: perigo, probabilidade ou possibilidade de perigo ou dano.

Somente na segunda metade do século XX com Gilbert White que há a sistematização do conhecimento científico do risco sob a ótica da Geografia, abarcando as dimensões naturais e humanas indutoras desta situação. O ano de 1927 é considerado um marco histórico, pois é neste que o governo norte-americano solicita ao U.S Corps of Enginners a elaboração de pesquisas e propostas para a solução das inundações que atingiam os espaços rurais e urbanos. Entretanto, diante das perdas e das visões tecnocrata e intervencionista dominantes, as ações propostas centraram-se em obras de engenharia (represamentos e macrodrenagem) orientadas em análises de custos-benefícios. Tais sugestões foram sistematizadas em um documento conhecido como os 308 informes. Porém, a implantação destas obras, por vezes, se tornou ineficiente, de modo que houve a necessidade da participação de outros profissionais na elaboração de propostas, com intuito de abarcar a totalidade do problema. Entre estes, os geógrafos, especialmente White (1974), tiveram uma função imprescindível ao colocar as relações entre natureza e sociedade no centro da questão dos desastres naturais (MARANDOLA JR.; HOGAN, 2004 *apud* OLIMPIO, 2013, p. 30-31). É sobre esta perspectiva que o entendimento da gênese das situações extremas passa a incorporar as abordagens holísticas das relações ambientais.

Na atualidade, as ciências tratam o risco como uma situação de futuro incerto e de probabilidade de que um evento danoso atue sobre uma população ou nos seus bens materiais e imateriais vulneráveis, causando danos e prejuízos. Além disso, os riscos somente ocorrem na presença simultânea de um evento perigoso e de uma vulnerabilidade de grupos sociais e/ou do indivíduo. É sob esta perspectiva que a presente pesquisa foi concebida.

Enfatiza-se que o risco está associado a um acontecimento que pode ou não se materializar, mas que quando isto ocorre há a possibilidade de provocar danos sobre indivíduos ou bens que possuem algum valor, pois não existe risco sem a noção que se pode perder alguma coisa (CASTRO; PEIXOTO & DO RIO, 2005).

Diante dos diversos enfoques da temática dos riscos, este termo recebe um complemento identificador da origem do fenômeno perigoso, como natural, tecnológico, econômico, social, político, entre outros. Todavia, ressalta-se que independente da origem, o risco sempre será humano (OLIMPIO, 2013, p. 33).

Todo risco é necessariamente ambiental, visto que acontece no ambiente de vivência humana, o espaço geográfico. Segundo Herculano (2002),

(...) risco ambiental deve ser visto como um indicador dinâmico das relações entre sistemas naturais, à estrutura produtiva e as condições sociais de reprodução humana, em determinado lugar e em determinado momento. Isto é histórica e geograficamente determinado. Nesse sentido, é importante que se considere o conceito de risco ambiental como a resultante de tais categorias básicas:

- Risco natural: associado ao comportamento dinâmico dos sistemas naturais;
- Risco tecnológico: definido como potencial de ocorrência de eventos danosos à vida, a curto, médio e longo prazo, em consequência das decisões de investimento na estrutura produtiva;
- Risco social: resultante das carências sociais ao pleno desenvolvimento humano, que contribuem para a degradação das condições de vida. (HERCULANO, 2002).

Os riscos naturais não podem ser analisados isoladamente (REBELO, 2001). Estes resultam da conjugação de dois aspectos, o primeiro da dinâmica do meio físico que envolve perigo para a presença do homem, ou seja, que apresenta perigosidade e o segundo da exposição de uma comunidade em relação aos perigos resultantes dessa dinâmica, logo a risco.

No entanto, o risco reflete as condições objetivas e subjetivas de existência, que originam ou aumentam a predisposição de grupos humanos a serem afetados por um perigo natural (SOUZA; ZANELLA, 2009). Alguns fatores são responsáveis pela ampliação do risco, tais como o adensamento populacional, as condições socioeconômicas severas, a ocupação de ambientes frágeis, precariedade dos serviços públicos, a falta de planejamento urbano, entre outros (ALEXANDER, 1995). Neste sentido, o risco representado pela exposição, resiliência e de resistência dos grupos sociais ou indivíduos frente à dinâmica natural (ALMEIDA, 2011), no caso, diante das características comportamentais dos eventos hidroclimatológicos intensos.

Esses eventos constituem ameaça ao desenvolvimento real, tendo em vista que as perdas infligidas por eles podem comprometer esforços de décadas. Seus indutores naturais são de diversa natureza, mas dois processos sociais contemporâneos se destacam quanto as suas capacidades em alterar rapidamente o ambiente natural: a urbanização e a globalização.

A cidade revela as maneiras pelas quais a sociedade se organiza no território, constituindo-se na maior modificação do ambiente natural. Como essa alteração tem sido mais veloz do que a dinâmica dos processos físicos, ela contribui fortemente para criar e ampliar os riscos que, em numerosas situações, se transformam em desastres.

Os desastres naturais são problemas da relação entre o meio natural e a (des)organização e (des)estruturação da sociedade no território (LA RED, 1993). Tampouco são meramente conjuntura ou excepcionais, pois refletem as formas como a sociedade se organiza no substrato físico e o tipo de (pretenso) desenvolvimento, que somente visa o atendimento de demandas externas, sem considerar os custos socioambientais das transformações do espaço (NUNES, 2009).

Dessa forma, os eventos ocorrem quando uma situação de ameaça se concretiza associada com uma condição de risco, excedendo-se a capacidade social de controlar ou assimilar as consequências. Então, ao pautar-se a questão a partir do componente do risco, conclui-se que mesmo os eventos chamados “naturais”, são de alguma forma, antrópicos – isto é, socialmente induzidos e/produzidos (SARNEI, 2003).

Na perspectiva de Jacobi (2004), os riscos e as vulnerabilidades na cidade são decorrentes da complexidade do processo de transformação do cenário urbano, não só crescentemente ameaçado, mas afetado por riscos e agravos socioambientais.

Com relação aos riscos ambientais, representa uma situação no qual há indivíduos, grupos sociais, espaços e bens sujeitos às adversidades promovidas por um evento ambiental de ordem social, tecnológica ou natural. Portanto, ela é o produto das condições físicas, sociais, econômicas, culturais e ambientais adversas (TOMINAGA, 2009). Neste sentido, risco natural, ambiental, social e socioambiental são termos construtores de uma realidade que põem em destaque os riscos.

O conceito de risco socioambiental incorpora a vulnerabilidade dos espaços naturais com a vulnerabilidade social, entendendo-a como a situação em que espaços naturais frágeis são ocupados por populações que não tem meios próprios ou auxílio externo efetivo para resistir e superar as adversidades dos ambientes dos quais se apropriaram, de modo que as mesmas coexistem com os riscos (DESCHAMPS, 2004 *apud* ZANELLA et al, 2009).



Deste modo, o conceito de risco torna-se central na discussão acerca dos riscos naturais, pois evidencia a sobreposição da degradação natural e social no espaço (BESSA JR; DOUSTDAR; CORTESI, 2011) e no tempo, refletindo-nos diversos mecanismos de resistência e resiliência dos grupos sociais e dos indivíduos aos eventos adversos.

Sant'Anna Neto (2011) compõe o clima como risco, as cidades como sistemas vulneráveis, a saúde como promoção de vida, definindo:

Ao mesmo tempo em que o sedentarismo fixou as populações em áreas urbanas, promovendo as enormes possibilidades civilizatórias decorrentes deste processo, experimentadas em todos os cantos do planeta, este mesmo fato, torna-se uma armadilha do ponto de vista das relações sociedade natureza, no que concerne à fragilidade dos ambientes urbanos frente aos episódios naturais extremos. (P. 47).

Mendonça (2010), ao tratar da vulnerabilidade socioambiental urbana, expõe que a mesma evidencia a heterogeneidade espacial dos riscos, relevando as diferenciações socioespaciais de cada parcela da sociedade e a complexidade do espaço urbano. Na mesma perspectiva, Cardoso (2011) aponta que a desigualdade de acesso às condições de vida, especialmente no espaço urbano, também se manifesta como desigualdade ambiental, tendo em vista que as populações com menor poder aquisitivo tendem a se localizar nos ambientes frágeis.

Em 2014, Mendonça publica o livro sobre riscos climáticos, contribuindo para avanço do conhecimento e as concepções teóricas e metodológicas dos estudos dos riscos climáticos. Entende-se assim, por exemplo, que os riscos climáticos inserem na sua compreensão a condição social como um elemento de fundamental importância, especialmente quando se trata da gestão do risco (p. 8)

### 1.3 RISCO CLIMÁTICO EM EVENTOS PLUVIAIS EXTREMOS

Pensar, analisar e compreender riscos é projetar o futuro. É planejamento. O risco se traduz pela ocorrência de um episódio ou fenômeno isolado, cujo resultado é desagradável, incomoda ou é perigoso.

Ana Monteiro (2013) discorre sobre excepcionalidade, vulnerabilidade, probabilidade ou magnitude dos riscos climáticos, elencando como acontecem no Brasil e em Portugal, como resultado de pesquisas específicas.

E pontua:

Contudo, qualquer que seja a formatação conceitual que consideremos mais ajustada e operacional, é inequívoco que o perigo ou a ameaça, venha de onde vier, é aleatório, ocasional e frequentemente imprevisível, o que deixa aos seres humanos uma capacidade de controle muito limitada. (p.145).

A autora considera que a variabilidade intrínseca ao sistema climático dificulta a distinção entre normalidade e exceção e que, mesmo em sociedades preparadas, há comportamentos ameaçadores. E elenca como risco, ao lado de ondas de calor, ciclones, a seca e a precipitação intensa.

Há que ressaltar que o conceito de risco neste trabalho se aplica à análise das causas e consequências dos fenômenos hidrológicos ligados ao aumento do nível hidrológico. Tais fenômenos podem ser classificados em: enchentes, enxurradas, inundações e alagamentos.

A intensidade, isto é a quantidade de precipitação caída num determinado período de tempo, é uma das características mais importantes na caracterização dos riscos relacionados com a precipitação. (MONTEIRO, 2013, p. 161)

Na leitura da autora, a duração dos episódios, independente da sua quantidade pode causar enormes perdas e danos, quando propicia a ocorrência de cheias e inundações.

A questão do tempo é refletida e analisada por Sant' Anna Neto (2013). A duração, a velocidade e a extensão com que os processos climáticos se manifestam, associam-se, tanto ao tempo longo, quanto ao curto.” (p. 75).

E afirma:

Neste contexto, os três conceitos chaves para a compreensão dos processos climáticos e suas determinações espaciais são a mudança, a variabilidade e o ritmo. Estas são essencialmente escalas de processos, ou seja, referem-se à velocidade, duração e intensidade dos mecanismos que dotam o tempo e o clima de mobilidade e de alternância de padrões. (p. 76).

O conceito de enchentes é caracterizado pela elevação do nível d'água no canal devido ao aumento da vazão, atingindo cota máxima sem extravasar. Enxurrada tem como característica, o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode estar ou não associada a áreas de domínios dos processos fluviais. O conceito inundação abrange o transbordamento d'água do curso fluvial atinge a planície de inundação ou área de várzea. Por último, o alagamento será o acúmulo momentâneo da água em determinados locais por deficiência do sistema de drenagem (AMARAL & RIBEIRO, 2009).

De acordo com os autores (*op. cit.*), a magnitude e frequência dos processos hidrológicos ocorrem em função da intensidade, quantidade e distribuição da precipitação, da taxa de infiltração de água no solo, do grau de saturação do solo e das características morfométricas e morfológicas da bacia de drenagem. Os estudos de probabilidade de ocorrência de enchentes e inundações devem ser analisados pela combinação entre os condicionantes naturais e antrópicos de uma bacia.

Segundo Amaral e Ribeiro (2009), a probabilidade de ocorrência de inundação, enchente e alagamento são analisadas pela combinação entre os condicionantes naturais e antrópicos. Entre os condicionantes naturais destacam-se: a) formas do relevo; b) características da rede de drenagem da bacia hidrográfica; c) intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas; d) características do solo e o teor de umidade; e) presença ou ausência da cobertura vegetal.

Entre os condicionantes antrópicos citam-se: a) uso e ocupação irregular nas planícies e margens de cursos d'água; b) disposição irregular de lixo nas proximidades dos cursos d'água; c) alterações nas características da bacia hidrográfica e dos cursos d'água (vazão, retificação e canalização de cursos d'água, impermeabilização do solo, entre outras).

Nas últimas duas décadas, de cada cinco desastres naturais no mundo dois foram inundações; elas responderam por 56% dos afetados, ocupando a quarta posição em vítimas fatais e a terceira em prejuízos econômicos (CRED, 2013).

As inundações são mais antigas que a existência do homem na terra. A sociedade sempre procurou ficar perto dos rios. As áreas ribeirinhas que correspondem ao leito maior geralmente são planas, propícias para o assentamento humano. Isso tem motivado a sua ocupação, principalmente quando a frequência de inundação é baixa (TUCCI, 1993).

Inundações são determinadas por combinações de feições atmosféricas, topografia, características das bacias hidrográficas e uso da terra, aspectos que se alteram em importância ao longo do tempo, dado o dinamismo dos elementos físicos e, principalmente, da sociedade.

A inundação (Figura 01) ocorre quando a enchente atinge a cota acima do nível máximo da calha principal do rio e assim ocorre o extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais - planície de inundação, várzea ou leito maior do rio (Carvalho et al., 2007 *apud* REIS 2011).

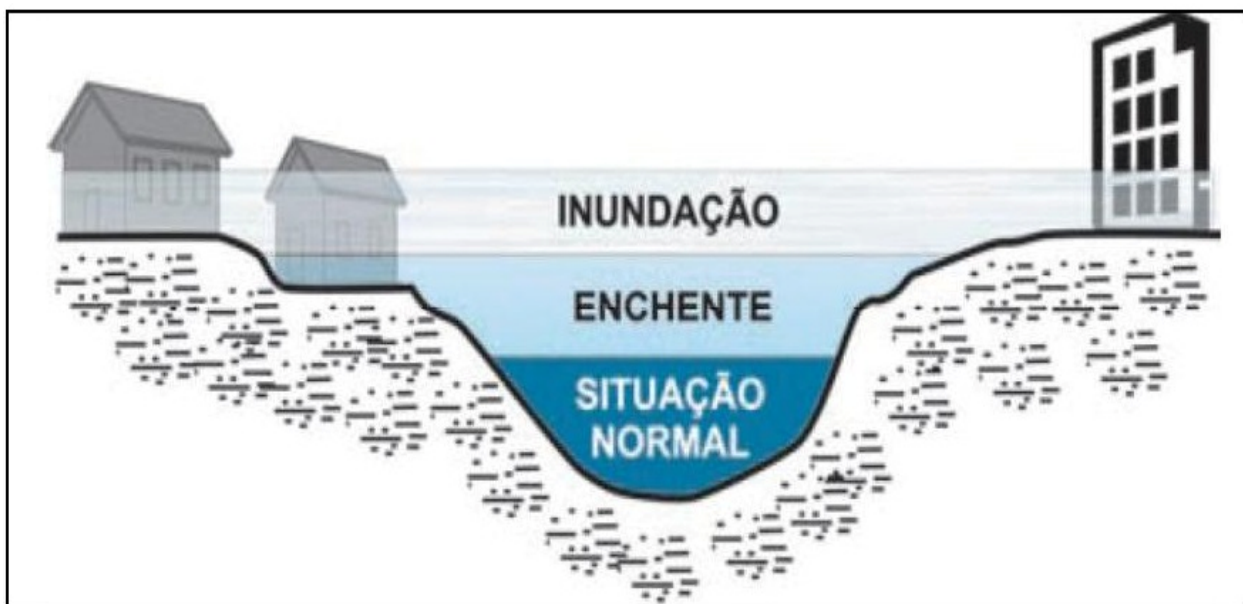


Figura 01: Perfil esquemático do processo de enchente e inundação.  
Fonte: Min. Cidades/IPT, 2007.

Segundo Tobin e Montz (1997), apesar da severidade das consequências, muitos locais em que elas ocorrem rotineiramente não têm verificado aumento proporcional de precipitações, o que exp  o o fato de que as mudanças no ambiente impressas pelas atividades humanas têm contribuído sobremaneira para a maior frequência e magnitude dos eventos, bem como prejuízos associados (PIELKE JR.; DOWNTON, 2000 *apud* NUNES, 2015).

Nos centros urbanos, a substituição de vegetação por materiais impermeáveis, infraestruturas de drenagem insuficientes, ineficientes ou mesmo inexistentes e a canalização de rios, que tende a diminuir a sua capacidade de carreamento de materiais, são fortes contribuintes para as inundações. As mais problemáticas são as bruscas (flash floods), que se associam aos eventos de grande intensidade. A velocidade desses eventos aliada à absorção rápida da água, que gera alta energia dos fluxos de água, pode resultar em eventos extremos (NUNES, 2015).

O fenômeno da urbanização desordenado presente nas grandes cidades brasileiras contribui ainda mais para um incremento dos impactos pluviais, os quais atingem,

principalmente, as populações mais vulneráveis, que habitam áreas frágeis do ponto de vista natural, consideradas como áreas de risco.

Viana & Amorim (2009) entendem que estudar o clima das cidades é entender a complexidade de influências porquanto: *“As cidades, ao se desenvolverem, assumem o papel de agente modificador do meio natural. Dentre todas as transformações ocorridas no ambiente urbano, uma que merece especial atenção é a modificação dos elementos do clima”*. (p.41)

A expressão inundação urbana foi empregada por Tucci (2003, p.45) para designar o extravasamento das águas dos rios, riachos, galerias pluviais do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um desses sistemas (muitas vezes em função da intervenção antrópica), que passam a ocupar áreas que a população utiliza para moradia, transporte (ruas, rodovias e passeios), recreação, comércio, indústria, entre outros. Numa maior delimitação conceitual desta terminologia o mesmo autor distingue aquilo que define como inundação ribeirinha e inundação devido à urbanização.

- **Inundações de áreas ribeirinhas:** são inundações naturais que ocorrem no leito maior dos rios devido a variabilidade temporal e espacial da precipitação e do escoamento na bacia hidrográfica. Os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor, onde a água escoar na maioria do tempo é limitado pelo risco de 1,5 a 2 anos. (TUCCI, 1993). As inundações ocorrem quando o escoamento atinge níveis superiores ao leito menor, atingindo o leito maior. Os impactos devido à inundação ocorrem quando esta área de risco é ocupada pela população.
- **Inundações devido à urbanização:** são as inundações que ocorrem na drenagem urbana devido ao efeito da impermeabilização do solo, canalização do escoamento ou obstruções ao escoamento. As inundações aumentam a sua frequência e magnitude devido à impermeabilização do solo e à construção da rede de condutos pluviais. O desenvolvimento urbano pode também produzir obstruções ao escoamento, como aterros, pontes, drenagens inadequadas, obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento.

Os eventos pluviais são mais significativos nos ambientes urbanos brasileiros devido à aglomeração de pessoas, a desorganização da expansão urbana, pelas formas de ocupação do espaço e uso dos recursos naturais, a segregação socioespacial e a fixação de capitais fixos sobre ambientes frágeis (MARCELINO et al, 2006, *apud* ZANELLA & OLÍMPIO, 2014).

Os eventos pluviais extremos e os desastres climáticos naturais se configuram atualmente como graves problemas para a sociedade, em razão dos grandes prejuízos que causam na sociedade. Os eventos pluviais são os resultados de processos naturais, e quando em contato com a sociedade, decorrem na formação dos riscos.

Nesse contexto, de acordo com Collischonn (2010, p. 54 *apud* GOIS; FIGUEIREDO; LIMA, 2012), as manifestações episódicas, como precipitações intensas, resultam em inundações com dinâmica e implicações que já evidenciam a crescente diferenciação social presente nas cidades, podendo ser, portanto, interpretadas como um problema ambiental urbano.

Para Mendonça (2010, p. 161 *apud* GOIS; FIGUEIREDO; LIMA, 2012), enquanto a formação de situações de excepcionalidade climática revela, particularmente, uma condição natural dos riscos, as diferenciações sociais, políticas, econômicas e culturais das populações revelam, por seu lado, condições de injustiça social que se ligam, diretamente, às diferenciações da vulnerabilidade socioambiental das populações aos eventos extremos.

Apesar de ser considerado um evento natural do tipo climático, as inundações são o resultado das relações de uma série de fatores, tanto naturais (clima, relevo e solo) como de ordem antropogênica (uso da terra). Ocorrem em áreas de espraiamento de águas superficiais devido a alteração do ciclo hidrológico através da redução da infiltração do solo, decorrente da impermeabilização ou saturamento deste, o que acarretará em aumento do escoamento superficial (IDEM, 2014).

Os eventos pluviais extremos são os maiores responsáveis pelos desastres naturais (MONTEIRO, 1991). Dessa forma, esses eventos extremos estão consequentemente ligados às ocorrências de precipitações extremas. Essas precipitações, aliadas às características geográficas dos lugares e aos problemas típicos das cidades causam as inundações, ou seja, a cheia e o transbordamento do nível do rio ou o alagamento decorrente da incapacidade de infiltração da água no solo.

A participação urbana no desempenho do Sistema Clima Urbano produz variados e heterogêneos elementos, classificatórios em três subsistemas através de canais de percepção humana: o termodinâmico (Confronto Térmico), o físico-químico (Qualidade do Ar) e o hidrometeorológico (Impacto Pluvial). Ilha de calor, poluição do ar e inundações constituem produtos resultante de alteração no SCU, o qual, ao receber energia do ambiente maior no qual se insere a transforma substancialmente a ponto de gerar uma produção que é transmitida ao ambiente. Há portanto, uma mobilidade temporal –espacial, tanto vertical como lateral, da energia que entra no sistema climático da cidade, acrescida da produção de energia antropogênica proveniente das variadas funções urbanas. (BRANDÃO, 2003 p. 127)

Os alagamentos, os quais configuram-se como o acúmulo de água sem estarem relacionados a curso hídricos. São causados pela impermeabilização dos solos e pela incapacidade de escoamento e infiltração das águas pluviais nos centros urbanos.

As inundações configuram-se como um dos principais problemas das cidades brasileiras, os quais têm sido cada vez mais frequentes, e têm causado grandes prejuízos à sociedade. Segundo Botelho (2011, p. 82), a ocorrência de inundações é um fenômeno natural, característica das áreas de baixo curso dos rios. No entanto, nas áreas urbanas, a ocupação intensa e a inadequação do sistema de drenagem urbana fazem com que as inundações sejam prejudiciais para o ser humano.

Há que se entender que a pluviosidade é complexa, quando se analisa qualquer área do nordeste brasileiro. Sua complexidade se associa a escassez, prejudicial ao campo, e sobretudo, ao seu comportamento cronológico irregular. Chuvas bem distribuídas são benéficas; chuvas concentradas são maléficas. E se a sua concentração advém de índices elevados ou superiores a média, seu efeito prejudicial se estende com mais intensidade às cidades, conseqüentemente aos seus moradores. “As áreas urbanas e metropolitanas são, particularmente, mais afetadas porque correspondem aos segmentos da superfície terrestre mais intensamente transformados.” (GONÇALVES, 2003, p. 70)

Para Pinto & Aguiar Netto (2008, p. 197) as cidades tendem a receber mais chuva do que as zonas rurais. Há tendência de aumentar a nebulosidade e a pluviosidade. Acentua-se a tendência à torrencialidade das precipitações, inclusive com a incidência de granizos.

Por conseguinte, a precipitação deve ser entendida por sua variabilidade, pela tendência de declínio ou de ascensão durante um período, além de seus totais anuais. Mas Ayoade (1986, p. 172) orienta que: “A confiabilidade da precipitação pluvial pode, contudo, ser definida de uma outra maneira, bastante independente da variabilidade da precipitação pluvial.”

E como definir os riscos climáticos em eventos pluviais extremos? Entendendo que as fontes de pesquisa devem favorecer os objetivos e fundamentados em teorias aplicadas a outras realidades,

Em publicação datada de 1999, Pinto organizou quadros com notícias de jornais que circulam pelo Estado de Sergipe e com sede na capital, no intuito de averiguar os reflexos da seca no Estado. Justifica tal procedimento no uso e apresentação de outros estudos disseminados no Brasil, fundamentados em teorias referentes à climatologia geográfica. Entre eles, cita pesquisa aplicada á cidade de Salvador.

O noticiário dos jornais é uma fonte de informação e tem sido utilizado com relativa frequência em pesquisas, de vez que é capaz de revelar aspectos da memória de uma cidade em abordagens diversas. (GONÇALVES apud PINTO, 1999, p. 92).

Os fatores determinantes mais importantes para a formação de risco de inundações são os fatores naturais e os fatores de ordem antropogênica. Dentre os fatores naturais estão o clima, que fornece a entrada de energia ao sistema, através da precipitação pluviométrica, o relevo, que direciona a água a determinadas áreas, e o tipo de solo, que influencia nos processos de infiltração e escoamento superficial. Já o fator antropogênico é o uso da terra, que também influencia nos processos de infiltração e escoamento, principalmente devido a retirada de cobertura vegetal e impermeabilização (HOFFMANN, MENDONÇA & GOUDARD, 2014).

Contudo, apesar dos avanços tecnológicos da sociedade moderna, ela permanece bastante vulnerável aos eventos naturais extremos, de origem climática, hidrológica e geológica. No Brasil os eventos de maior repercussão são aqueles de natureza climática, como os eventos pluviais extremos (negativos e positivos), pois a relação clima-sociedade obedece, de acordo com Conti (1998), uma dialética onde os sistemas atmosféricos globais são organizados a partir de escalas superiores em relação às inferiores, enquanto a ação da sociedade evolui de forma inversa, das escalas inferiores para as superiores.

Por vulnerabilidade, entende Sant' Anna Neto (2011, p. 48), como “o grau com que um sistema natural ou social é suscetível de suportar ou não os efeitos adversos, considerando o seu nível de exposição, sua sensibilidade e sua capacidade de adaptação”

Os autores citados elaboraram uma pesquisa aplicada para a cidade de Fortaleza, de clima tropical, mas de porte maior, publicando como conclusão, questões que extrapolam a climatologia, que:

A população que vive em risco, por uma série de fatores, não toma iniciativa e nem recebe, de forma eficiente, as soluções das entidades públicas. Muitos fatores explicam esta situação, mas algumas tomam nuances mais significativas. Cita-se que em alguns casos os indivíduos que vivem em risco sabem das consequências advindas das chuvas extremas, mas por estes impactos serem uma possibilidade de ocorrência a população prefere viver com o risco, pois há garantia da residência, mesmo que de forma ilegal. (IDEM, P. 132).

Há que se entender que estudos de riscos climáticos, em sua variabilidade ou magnitude pluvial, devem ser conduzidos pela compreensão de sua configuração espacial e na definição da ocupação, em espaços urbanos de médio porte.



## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

A cidade de Aracaju (Figura 02), Estado de Sergipe, teve seu crescimento urbano iniciada nos anos de 1970 e intensificou-se nas últimas décadas do século XX devido às oportunidades de emprego e melhores condições de vida (VILAR; ARAÚJO; WANDERLEY; SOUZA, 2006).

O território municipal aracajuano apresenta um conjunto de componentes físicos e sociais que permitem à formação de uma predisposição do meio natural a ocorrência de eventos naturais extremos, principalmente os originários de desvios positivos das condições pluviométricas, associada a dinâmica climática, causando a desorganização do espaço em questão.

Deste modo, tendo em vista a influência dos eventos pluviais intensos na organização do espaço urbano, pode-se destacar a relação entre os impactos meteóricos e as distintas condições de vulnerabilidade socioambiental urbana na cidade de Aracaju (GOIS; FIGUEIREDO; LIMA, 2012).

A cidade apresenta-se como expressão máxima da interferência do homem no meio natural. É no meio urbano onde a cobertura natural é modificada, de modo a aumentar o espaço construído e, por conseguinte a impermeabilização do solo, criando assim diversos transtornos ao homem urbano, como aumento do desconforto térmico, maior probabilidade de inundações, dentre outros impactos relacionados aos eventos climáticos (*op. cit.*).

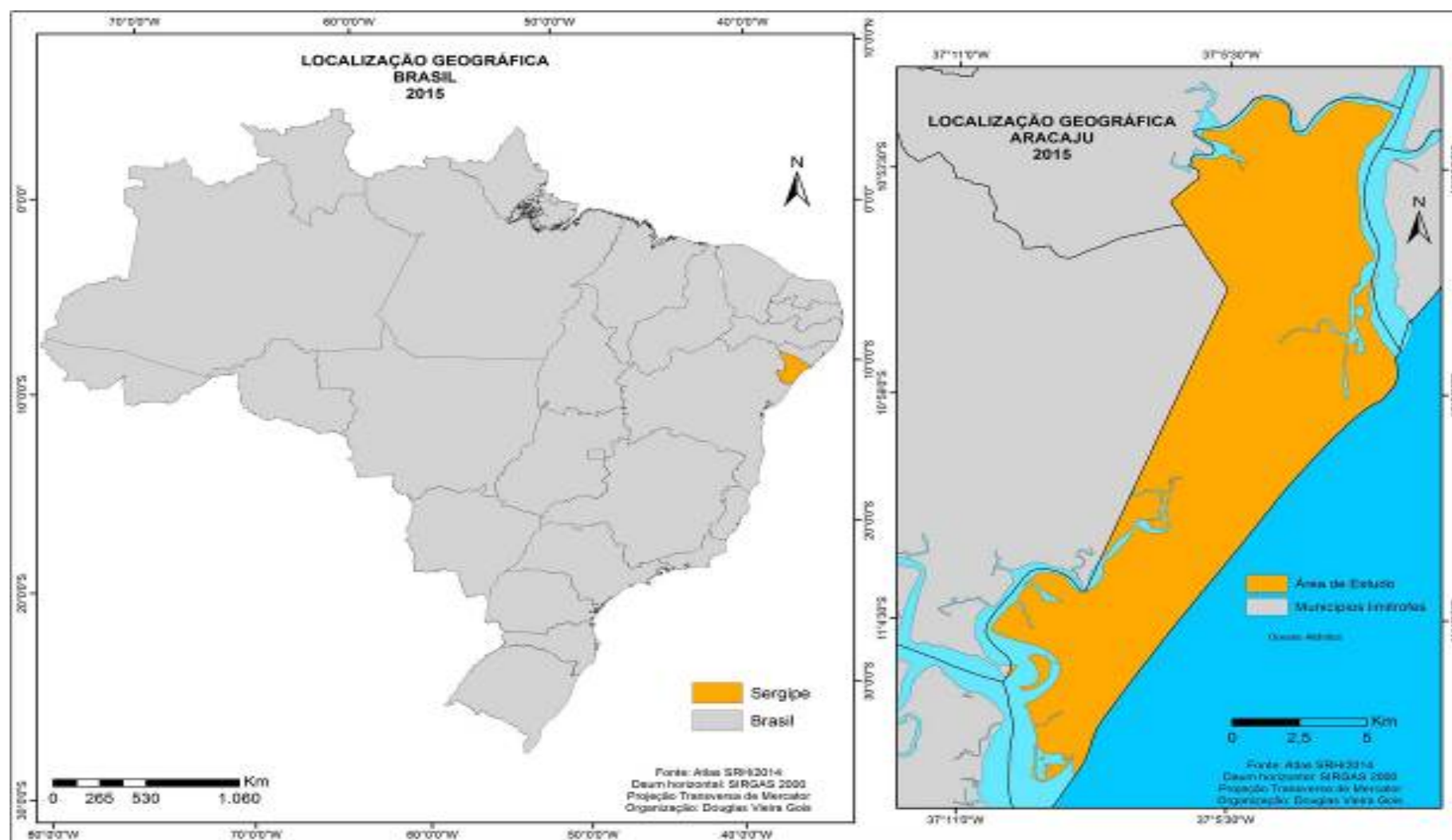


Figura 02: Localização da cidade de Aracaju, Estado de Sergipe.  
 Organizado: Douglas Góes

Em Aracaju, o processo de crescimento urbano favoreceu a ocupação de ambientes frágeis, marcados por processos específicos que por vezes entram em conflito com a dinâmica socioambiental presente, de modo que periodicamente geram-se situações de risco. Dessa forma, a cidade de Aracaju resulta no uso inadequado de determinados espaços, sujeitos a uma dinâmica natural singular ou risco climático gerando intervenções socioambientais.

A cidade de Aracaju/SE é caracterizada pelo modelo desigual como as demais capitais brasileiras, além disso, construída pelo sistema capitalista que revela um desenvolvimento estrutural da cidade irregular e inadequada em que grande parcela da população encontra-se nas áreas de riscos. Os efeitos de eventos pluviais extremos se intensificam por falta de infraestrutura, habitações precárias e ambientes vulneráveis, principalmente pelo fato que nessas áreas encontra-se uma densidade ocupacional muito grande sem a mínima estrutura organizacional e sem os serviços básicos oferecidos.

## 2.2 METODOLOGIA

O princípio norteador do método considera como modo ou sequência ordenada de acontecimentos ou procedimentos com vistas a um determinado fim ou resultado. O método de raciocínio relaciona-se às posturas filosóficas, lógica, ideológica e política. Representa a ruptura entre o senso comum e a ciência. Métodos de pesquisa referem-se aos instrumentos e técnicas utilizadas para o desenvolvimento do trabalho.

Definido o método investigativo da pesquisa referente aos instrumentos e as técnicas desenvolvidas no trabalho, foi adotada a postura filosófica do método de raciocínio dedutivo a partir de premissas gerais consolidadas em pesquisa bibliográfica, transpondo escalas climáticas e articulação de processos temporais.

O método de abordagem que fundamentou esta pesquisa, que reconhecidamente pudesse dar conta de avaliar a dinâmica social, numa perspectiva do social coletivo e historicamente construído e que resgatasse a importância da compreensão socioeconômica na transformação da natureza e nos impactos e riscos criados. Encontrou-se esta orientação teórico-metodológica na “periodização e espacialização”, proposta por Coelho, 2001 apud Collischonn (2014).

Para a realização da periodização atrelada com espacialização, Coelho (2001, p. 37) sugere como auxílios: documentação histórica e aplicação de questionários e entrevistas para inferir as estruturas socioespaciais dominantes em cada período. Considera que as fotografias aéreas e mapas antigos podem auxiliar nesta recuperação da memória evolutiva, incluindo o registro das áreas afetadas por inundações.

Na base da “periodização e espacialização” e da avaliação intraurbana da problemática ambiental está o método comparativo. Essencial na aplicação deste método, segundo Coelho (2001) é a recuperação da memória evolutiva o que inclui no caso: o registro de área afetada por inundações no passado, a setorização urbana quando a indicadores sociais e econômicos, a avaliação de frequência e intensidade de ocorrência das inundações, e a distribuição das variáveis do sistema hidrológico. As comparações tornam conhecidos os padrões que se relacionam à inundação e indicam processo e estrutura o recurso ao método comparativo apoia-se na perspectiva da dinâmica sistêmica.

A metodologia (Figura 03) desenvolvida fundamentou-se em suas bases no levantamento de dados junto aos órgãos competentes, registros fotográficos e de jornais, resultando na identificação das áreas de risco às inundações por meio das características socioambientais e desenvolvimento urbano na cidade de Aracaju/SE.

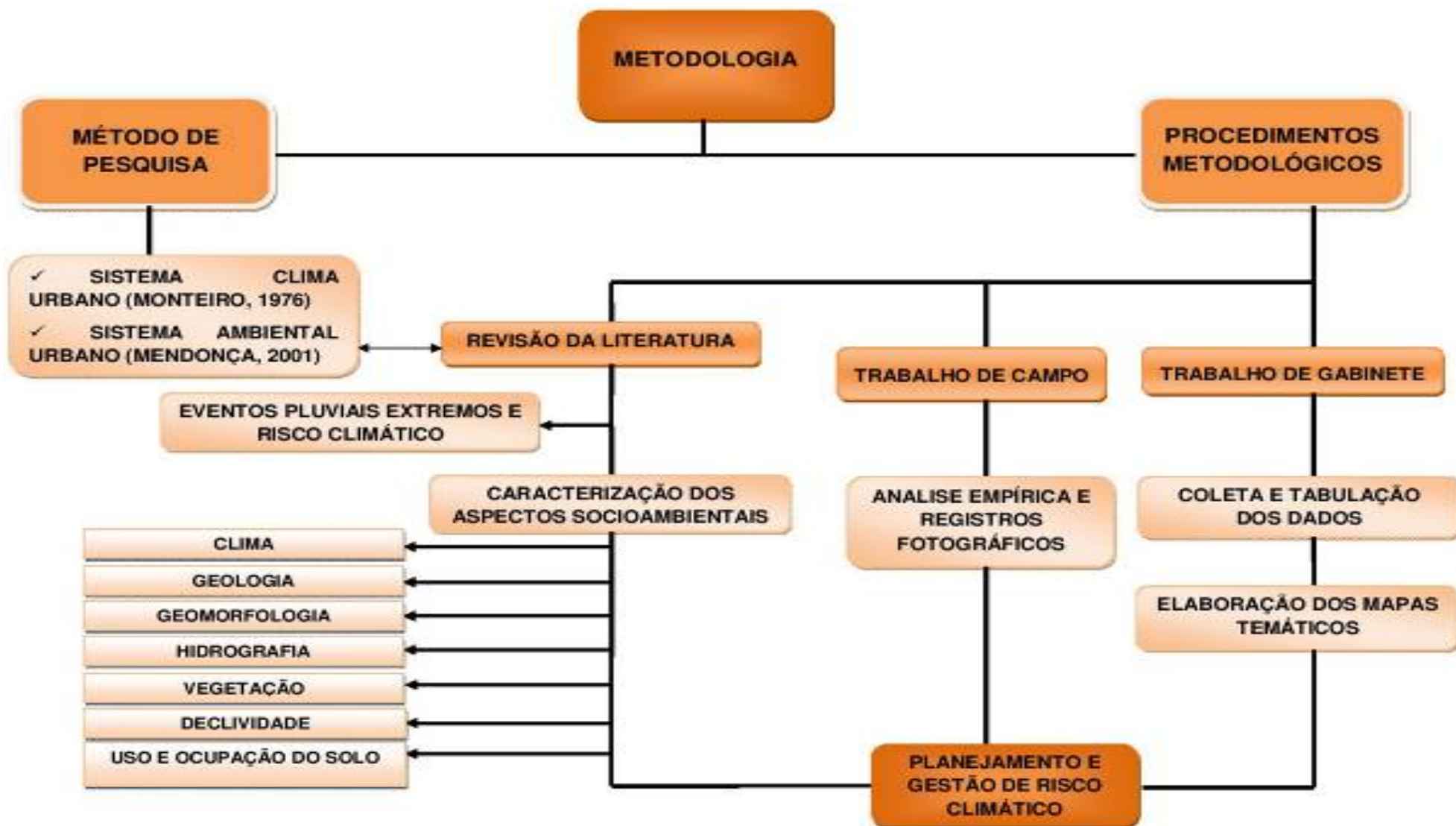


Figura 03: Fluxograma da Metodologia  
Organização: João Brazil, 2015.

A busca de resultados que se constituam em planejamento e gestão de risco define uma análise integrada, envolvendo reflexão prévia, revisão literária, busca de dados, caracterização da sociedade, cultura, grau de desenvolvimento socioeconômico, do contexto ambiental e do formato urbano. Compreender o equilíbrio e as razões inerentes às estratégias de ações e reações, pelos aspectos socioambientais. O planejamento urbano envolve abordagem sistêmica de gestão, evitando adoção de soluções funcionais vulneráveis em seus aspectos sociais, econômicos e ambientais.

Segundo Christofolletti (1999) a concepção sistêmica revitalizou a concepção organicista clássica, na medida em que foram introduzidas novas perspectivas relacionadas com o modo de enfocar as questões ambientais. Diante desta perspectiva, uma mudança de paradigma obrigou os grupos humanos a procurarem entender as características e o funcionamento dos sistemas do meio ambiente para evitar produzir ações que provocassem rupturas de seu equilíbrio, que é dinâmico, ocasionando os chamados impactos ambientais negativos, que ultrapassam a capacidade de “resilience”, ou seja, por comparação com este conceito utilizado pela Física, a habilidade da natureza em se recuperar ou se ajustar a uma mudança.

Assim, os estudos sobre a natureza vêm evoluindo. A Geografia veio incorporando essa evolução ao conhecimento geográfico. São várias as concepções de objeto da Geografia (espaço geográfico, região, território, lugar, etc), que se constituem em categorias de análise dos fenômenos geográficos. Uma das mais antigas e frequentes no estudo geográfico é a paisagem, procurando integrá-la ora como seu objeto, na forma de produto da relação sociedade x natureza em diferentes escalas, ora como instrumento para a explicação do seu objeto, ora até negando-a (BARBALHO, 2002).

Segundo Tricart e Kilian (1979, *apud* BARBALHO, 2002) os soviéticos foram os pioneiros na análise da paisagem como um sistema, e demonstraram-na através de programas de medidas em parcelas experimentais e em outras representativas das unidades naturais. Na Alemanha desenvolveram-se pesquisas que seguiram orientação similar. As publicações alemãs se dedicaram ao que se denominou de estudo da ecologia da paisagem (*landschaftsökologie*).

Para que se procedesse à análise ecológica da paisagem, inicialmente era necessário realizar o reconhecimento fisionômico e depois uma análise qualitativa dos fenômenos, na qual, se quantifica estabelecendo balanços. A análise ecológica da paisagem pode ser realizada a partir da utilização de enfoques da análise diferencial, referindo-se aos

componentes da paisagem (temperatura, umidade, pedogênese, etc.) (TRICART E KILIAN 1979).

No decorrer dos seus estudos sobre a paisagem, um conceito resgatado por Bertrand (1971) foi o de geossistema, criado pelo soviético V. B. Sotchava, em (1977), cuja definição se baseava na interconexão de fluxos de matéria e de energia entre os elementos bióticos e abióticos (PASSOS, 1997), mas que não inseria as ações humanas como componente. Então, Bertrand foi mais além: propôs uma definição que incorpora ao conceito original do “complexo territorial natural” a dimensão da ação antrópica.

Portanto, Bertrand (1968 trad., em 1971 *apud* BARBALHO, 2002), acrescenta ainda que, embora as delimitações das paisagens geográficas sejam arbitrárias, pode-se vislumbrar uma taxonomia das paisagens. Trata-se de pesquisar as descontinuidades objetivas, buscando delimitar a paisagem global tal como se apresenta, permitindo tornar claras as combinações e as relações entre os elementos, assim como os fenômenos de convergência. É quando a variável tempo se associa à variável espaço, criando o princípio das unidades têmporo-espaciais de organização do espaço terrestre.

A concepção de compartimentos morfopedológicos, como produto da integração entre substrato geológico, solos e relevo, portanto de ordem exclusivamente ligada, sobretudo à natureza, pressupõe arranjos que resultam em fisionomias, mas também em funcionamentos próprios, distinguíveis e que são passíveis de delimitação espacial em unidades equivalente às dos geossistemas, porém segundo a concepção de Christofolletti (1999). Por outro lado, facilitam o reconhecimento da ação humana de imediato, decorrente da interação dos componentes do meio físico com seus usos e ocupações, podendo ser, assim, correlacionados ao conceito de unidades de paisagem (“natural”), auxiliando na explicação de parte substancial de sua materialização, revelando as características da 2ª natureza, criada pelas relações entre a sociedade e a 1ª natureza, ou seja, corroborando nos sistemas ambientais, segundo o mesmo autor.

Abordagem introduzida por Tricart e Killian (1979), permite determinar e delimitar cartograficamente superfícies ou compartimentos morfopedológicos: “porções do território onde coexistem determinadas unidades geomorfológicas e de solos correspondentes caracterizados a partir de processos complexos de morfogênese e pedogênese associados uns em relação aos outros”.

Nesse sentido entende-se que a compartimentação morfopedológica pode ser a base fundamental e inicial para a identificação dos diferentes riscos ao uso e ocupação, com ênfase, no presente projeto, em sua suscetibilidade, e suas relações com o uso atual, o que pode

revelar graus de discrepância em relação ao seu potencial de uso, apoiadas no histórico da ocupação e se constituem em unidades de paisagem que incorporam a variável antrópica (BARBALHO, 2002).

No entendimento de Tricart (1977) a análise morfodinâmica baseia-se no estudo dos sistemas morfogenéticos (que é função das condições climáticas), nos processos atuais (tipo, densidade e distribuição) e nas influências antrópicas com o grau de degradação decorrente.

Com essa leitura, verifica-se que para estudar a organização espacial é fundamental determinar como uma ação se insere na dinâmica natural, devendo guiar a classificação dos meios taxonômicos. A partir dessa leitura o autor propõe distinguir os tipos de meios morfodinâmicos em função da intensidade dos processos morfogênese/pedogênese, com intensidade e velocidade diferenciada: meios estáveis, meios integrantes e meios instáveis (TRICART, 1976 & 1977).

Em sua obra *Geossistema: a história de uma procura*, o Professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro fundamenta o enfoque geossistêmico no Brasil, e orienta uma proposta geográfica, enunciando:

Fica bem claro que o geossistema e sua análise, é uma tentativa de melhoria na investigação da 'Geografia Física' [...]. Fica também muito bem claro que a modernização dos geossistemas à base de sua dinâmica espontânea e antropogênica e do regime natural a elas correspondente visa, acima de tudo, promover uma maior integração entre o natural e o humano. (MONTEIRO, 2000, p. 47).

Monteiro (2000 *apud* SANTOS 2012) desenvolveu diversos trabalhos baseados no conceito de geossistema, os quais colocam o homem e suas atividades como parte integrante e influente na dinâmica ambiental. Suas contribuições teóricas defendem ainda que as ordens de grandeza nos estudos ambientais não têm sentido quando não estão presentes as homogeneidades e as heterogeneidades das unidades de paisagem que só ocorrem em função da hierarquia organizacional. Sendo assim, para se obter a dimensão das unidades da paisagem é necessário levar em consideração o grau de integração das múltiplas propriedades, sejam elas: naturais, sociais ou econômicas.

Há que se referir ao pensamento sistêmico, considerando que os estudos dos componentes da natureza não são fragmentados, e a interação do homem com o meio passa a ser o foco principal de suas análises.



## 2.3 PROCEDIMENTOS TÉCNICO-OPERACIONAIS

Para a elaboração do presente trabalho houve a adoção de um roteiro metodológico norteador das atividades da pesquisa, estando estruturada nas seguintes etapas: revisão da literatura, coleta e tabulação dos dados, levantamento de campo e atividades de gabinete, os quais possibilitaram a aquisição e organização dos dados de interesse.

### 2.3.1 Revisão da Literatura

Nesta etapa foi realizada a coleta e a seleção da bibliografia científica pertinente à temática do clima urbano e riscos, com ênfase nas produções que tratam dos eventos pluviais extremos em Aracaju, na região Nordeste, bem como em outras áreas que vivenciam problemática semelhante. Também foram selecionadas publicações que versam sobre a gestão do risco de eventos climáticos, banco de dados geográficos, dinâmica ambiental, registros históricos de eventos, entre outras. Definidos o tema e os objetivos da pesquisa, fez-se leitura de temas pertinentes

A fundamentação teórica apoiou-se na proposta de Monteiro (2011) e Mendonça (2010) para os climas dos espaços citadinos. Assim, utilizou-se o Sistema Clima Urbano – SCU e o Sistema Ambiental Urbano – SAU, no qual, realiza uma abordagem sistêmica dos fenômenos naturais e sociais, enfocando os episódios pluviais concentrados e suas repercussões sobre o espaço geográfico das cidades.

Foram coletadas publicações, levantamentos e relatórios técnicos junto às entidades públicas, com intuito de adquirir dados e informações necessárias à elaboração da pesquisa. Por fim, procedendo à revisão da literatura selecionada, seguida da redação da dissertação.

### 2.3.2 Coleta e Tabulação dos Dados

Para o levantamento dos eventos pluviais extremos ocorridos na cidade de Aracaju/SE a pesquisa ocorreu a partir dos relatórios de contingência da defesa civil municipal para o período de 2004 a 2014. Tal período envolve informação recente cuja motivação deu-se em fração da disponibilidade de dados e por se considerar em boa amostra para estudo de caso.

O relatório é emitido em escala municipal por meio de uma equipe técnica habilitada e assinado pelo coordenador executivo responsável da defesa civil, devendo ser encaminhado aos órgãos integrantes do SINDEC, visando a homologação e o reconhecimento dos eventos.

De acordo com Souza e Sant’Anna Neto (2004), a análise quantitativa dos elementos meteorológicos não é suficiente para se identificar os episódios climáticos extremos, uma vez

que nem sempre os episódios mais excepcionais do ponto de vista climático são aqueles que causam os maiores impactos.

A imprensa, nesse contexto, surge como forma complementar de incorporar elementos qualitativos, baseados em acontecimentos reais à análise meteorológica desses episódios. Concordando com a ideia, e fundamentada em pesquisas anteriores, buscou-se informações na imprensa local representados pelos jornais: Gazeta de Sergipe, Jornal da Cidade e Cinform, referentes às notícias que se referiam a impactos pluviais na área urbana de Aracaju/SE entre 2004-2014. Posteriormente, utilizou-se o software Excel 2010 para a tabulação dos dados e construção de gráficos de coluna para identificar a quantidade e localidade de eventos pluviais que ocorreram na cidade de Aracaju/SE.

Para a análise das condições geoecológicas da cidade de Aracaju/SE foram levantados informações e pesquisa em mapas disponibilizados pela Secretaria Municipal do Planejamento, Orçamento e Gestão (SEPLOG) e Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH).

Buscou-se o reconhecimento do espaço urbano, uma vez que o sítio sobre o qual está assentada a cidade é algo peculiar, por sua capacidade de produzir repercussões nas esferas lito-biológica e na atmosfera.

O embasamento cartográfico elaborado para a caracterização do sítio urbano de Aracaju/SE (aspectos geoecológicos) e suas derivações (aspectos geourbanos) foi composto de 06 (seis) cartas: geoambiental, hidrografia, cobertura do solo, declividade, rede de drenagem e uso e ocupação do solo.

Em relação aos dados pluviométricos (2004 – 2014) foram disponibilizados a partir de informações das estações que ficam localizadas na área urbana do município de Aracaju, que são: as plataformas de coleta de dados (PCD) Estação: 31783 – Aracaju/SE da Secretária de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), nas coordenadas geográficas Latitude: -10.950, Longitude: -37.07 e Estação: A409 – Aracaju/SE do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), nas coordenadas geográficas respectivamente: Latitude 10,9° e Longitude 37,0°.

No sentido da análise das condições geourbanas utilizou-se informações, mapas e dados sobre crescimento da malha urbana da cidade, densidade populacional, uso e ocupação do solo da cidade de Aracaju/SE levantados a partir de informações e mapas disponibilizados pela Secretaria Municipal do Planejamento, Orçamento e Gestão (SEPLOG) e Secretário de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH).

Além disso, os dados sobre as redes de drenagem pluviais existentes na malha urbana de Aracaju/SE em relação ao serviço de vazão, desobstrução de bueiros, bocas-de-lobo e de galerias da rede foram disponibilizadas pela Empresa Municipal de Obras e Urbanização (EMURB).

Tais informações e dados em relação às condições geoecológicas e geourbanas foram analisados, extraindo-se as informações pertinentes para a criação do texto final no Word 2010.

### 2.3.3 Trabalho de Campo

Nesta etapa foi realizado trabalho de campo nas áreas de risco à inundação na cidade de Aracaju/SE, com intuito do reconhecimento das informações e dados coletados na etapa anterior. A atividade fundamenta-se no reconhecimento através de registros fotográficos e análise empírica das áreas identificadas com risco à inundação na cidade de Aracaju/SE.

### 2.3.4 Trabalho de Gabinete

Nesta etapa foi desenvolvido o cruzamento dos eventos pluviais extremos encontrados na análise dos dados meteorológicos com os eventos pluviais extremos noticiados pela imprensa, em episódios significativos. Nesse cruzamento foram identificados 113 (cento e treze) eventos pluviais extremos em 26 (vinte e seis) bairros da cidade de Aracaju/SE.

Dispondo das informações de eventos pluviais extremos que ocorrem na cidade de Aracaju/SE, elaborou-se utilizando como fonte o Atlas da Secretaria dos Recursos Hídricos um mapa temático das áreas de risco à inundação. O Mapa temático foi elaborado numa base cartográfica através do sistema de projeção UTM e SIRGAS 2000 Zona 24S, na escala de 1:5000.

Esse mapa de nível de risco à inundação foi elaborado a partir da quantidade de episódios de inundação ocorridos na área urbana de Aracaju/SE entre 2004-2014, dessa forma, dividiu-se em 5 (cinco) classes: 0 (Sem Informações); 01-04 (Baixo Risco); 05-10 (Médio Risco); 11-15 (Alto Risco) Acima de 15 (Muito Alto Risco) (Quadro 01).

CORES	CLASSES	INDICATIVO
<b>Branco</b>	Sem Informações	Nenhum evento pluvial extremo
<b>Amarelo</b>	Baixo Risco	De 01 a 04 eventos pluviais extremos
<b>Laranja</b>	Médio Risco	De 05 a 10 eventos pluviais extremos
<b>Marrom</b>	Alto Risco	De 11 a 15 eventos pluviais extremo
<b>Vermelho</b>	Muito Alto Risco	Acima de 15 eventos pluviais extremos

Quadro 01: Cores e classes de risco à inundação na cidade de Aracaju.  
Organizado: João Brazil, 2016.

Portanto, após da construção do mapa de nível de risco a inundações, foi feito uma análise integrada das cartas geomorfológica, de declividade, curvas de níveis, drenagem natural, uso do solo e infraestrutura urbana de macro e microdrenagem.

A análise dos eventos e das características do sítio urbano e de sua ocupação, buscou-se evidenciar as áreas mais críticas, isto é, aquelas de maior risco aos impactos pluviais. Numa tentativa de integração ecológico-urbana, correspondendo à fase de transformação-produção no Sistema Clima Urbano.

Tais resultados da análise foi transformado em forma de texto nas considerações finais da pesquisa.

### **3 CONDIÇÕES GEOECOLÓGICAS E GEOURBANAS DA CIDADE DE ARACAJU/SE**

O presente trabalho tem como objetivo principal analisar os eventos pluviais extremos nas áreas de risco a inundações a partir do desenvolvimento urbano da cidade de Aracaju/SE, no período de 2004 até 2014. Para tanto buscou-se identificar áreas suscetíveis aos impactos pluviais provocados por eventos de precipitação extrema, principalmente no que se refere a inundações, em função dos fatores geoecológicos e geourbanos.

Nos estudos geoecológicos, a paisagem é considerada como parte da superfície terrestre, na qual os componentes individuais da natureza se encontram em estreita relação uns com os outros, e como um todo interage com as partes vizinhas da esfera natural e da sociedade.

Resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos a paisagem é ao mesmo tempo social e natural, subjetiva e objetiva. E por esta complexidade deve-se estudar e entender o conjunto.

A análise da morfologia e da tipologia do sítio urbano, denominadas características geoecológicas, integrada aos aspectos geourbanos, que se referem à caracterização da cidade propriamente dita, são importantes para se entender a geração do clima urbano.

Como aspectos geourbanos devem ser destacados o uso do solo, presença de edificações, áreas verdes e espaços abertos, configuração vertical, fluxo de veículos e pedestres. A ‘função’ urbana e os aspectos socioeconômicos também devem ser considerados (MONTEIRO, 1990).

A capitania sergipana necessitava de novas vias para o escoamento da produção açucareira para o mundo e para o resto do Brasil. A região litorânea, onde hoje se encontra a capital do Estado, foi escolhida devido aos seus aspectos naturais que possibilitavam a construção de um porto, pois a mesma dispunha do rio Sergipe com desembocadura no Oceano Atlântico, permitindo o desenvolvimento de uma cidade portuária.

Inicialmente a área caracterizava-se como uma região alagada, sendo comparada a um grande pântano. Para tornar tal espaço habitável foi necessário, primeiramente, aterros e drenagens para dar lugar às primeiras construções, surgindo assim a projetada Aracaju (CONCEIÇÃO et al., 2010).

Os aspetos geoambientais (Figura 04) da cidade de Aracaju são caracterizados pela maior parte de relevo variado com declividade até 30% sem restrição a ocupação urbana desde que seja verificado o sistema de drenagem local.

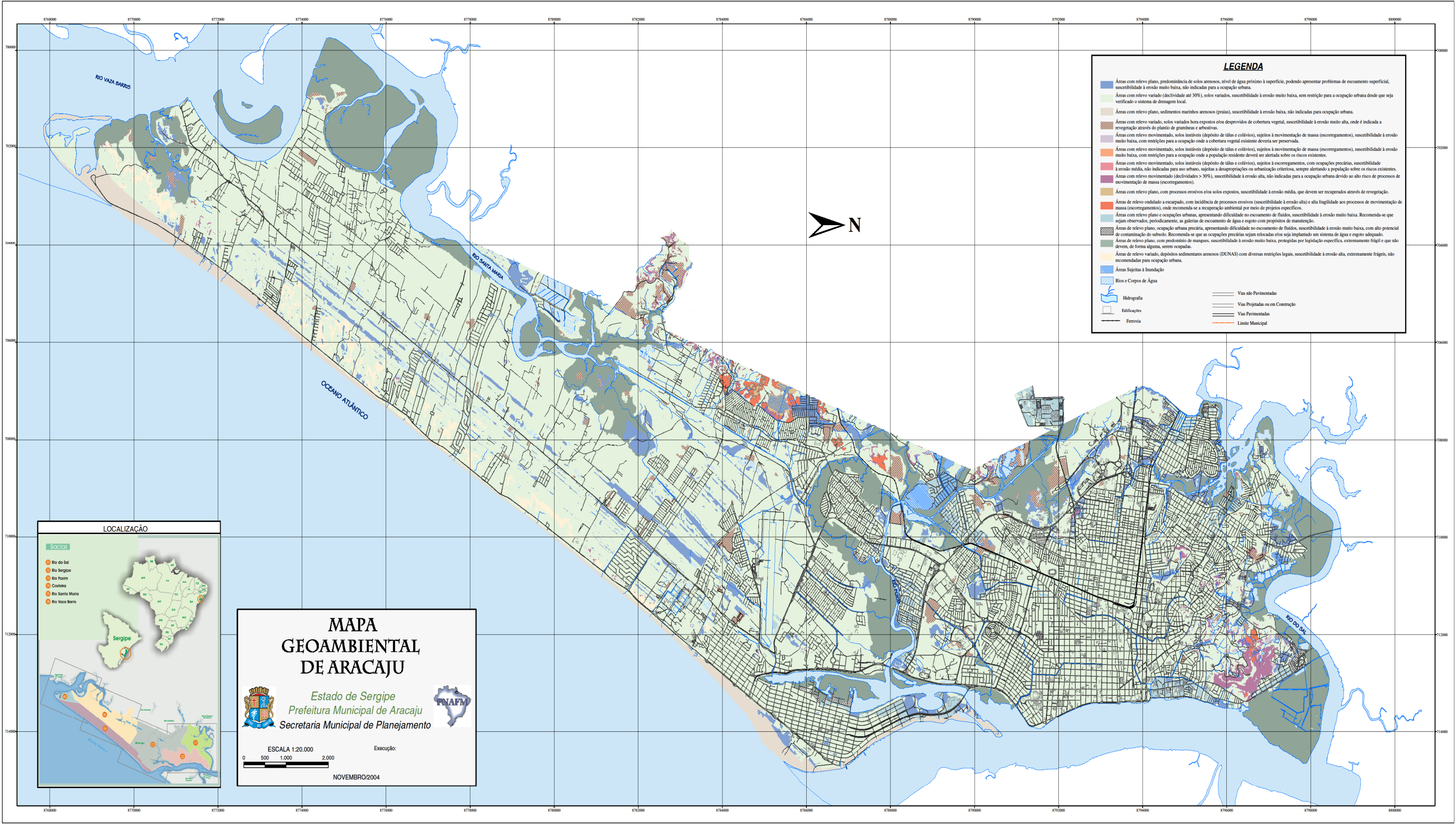


Figura 04: Mapa Geoambiental de Aracaju/SE - 2004  
Fonte: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão – SEPLOG

Na zona norte da cidade, especificamente no Morro do Urubu (Bairro Porto Dantas) observa-se características diferentes do restante da cidade. Esta área é uma exceção, caracterizada por um relevo movimentado com declividade a cima de 30% e não indicada para ocupação urbana devido ao alto risco de processo de movimento de massa.

Além disso, a zona norte em particular possui outro aspecto geoambiental predominante devido à proximidade do Rio do Sal, afluente da bacia do Rio Sergipe que é caracterizado por áreas de relevo plano, com predomínio de mangues, extremamente frágil e que não deve de forma alguma serem ocupadas devido a grandes áreas sujeitas a inundações como, por exemplo: Bairro Lamarão e Soledade.

E as inundações podem se constituir em riscos, estando associadas a sua vulnerabilidade a eventos pluviais extremos, seja pelo contexto das chuvas ou pela constituição urbana, ainda que as chuvas assumam papel impactante.

Cada vez mais, episódios de chuvas intensas de menor proporção são capazes de promover mais situações de emergência ou calamidades. Isto, porque a perda de capacidade do poder público em gerenciar e controlar o espaço urbano permite que as ocupações irregulares e as intervenções inadequadas sobre o ambiente, desequilibrem o já frágil equilíbrio socioambiental do tecido urbano (SANT' ANNA NETO, 2011, P.54).

Há que se reforçar, outrossim, a proximidade de uma bacia hidrográfica, pela fluidez do escoamento das águas, associado a permeabilidade do solo, em conjunto aos demais aspectos geoecológicos e geourbanos.

As enchentes e inundações ocorrem devido a duas ordens de fatores: a intensidade das chuvas e a capacidade de escoamento das águas superficiais. O escoamento das águas pluviais depende da integridade do sistema de drenagem e, principalmente, do uso e ocupação o solo na bacia de drenagem. (IDEM, P. 54/55)

Na zona oeste da cidade encontra-se particularidade em relação aos aspectos geoambientais, especificamente nos Bairros Luzia. América e Jabotiana, no qual, é caracterizado por relevos ondulados e escarpados, com incidência de processos erosivos e alta fragilidade ao processo de movimento de massa; e relevos planos, predominância de solos arenosos, podendo apresentar problemas de escoamento superficial e com possibilidade de alagamentos sendo assim não indicado para ocupação urbana.

### 3.1 O CLIMA DO ESPAÇO URBANO NO CONTEXTO REGIONAL

O clima é um componente ambiental controlador dos processos e da dinâmica do sistema ambiental físico, pois fornece calor e umidade. Resulta de um processo complexo, que envolve os componentes terrestres em uma expressiva variabilidade têmporo-espacial sendo um elemento definidor e fator configurador de um lugar.

Há que se fazer referência à descrição genética do clima local, de maneira sistemática, como forma de conhecimento climatológico relativo aos componentes estaduais e continentais, publicados por autores de meteorologia e outras ciências afins, perpassando pela perspectiva meteorológica.

E o SCU de Monteiro prega que estudos de clima urbano devem se constituir em análise rítmica integrada, para melhor entender a variabilidade no tempo e conforme os espaços. É uma questão de escala. O autor conclui:

Se um clima local é um ponto dentro do regional onde uma configuração de fatores ‘especializa’ certa definição climática, nos locais ocupados por cidades, a ocorrência destes ‘fatores constitui um espectro bem mais amplo pelas grandes ‘derivações’ introduzidas pelo homem na edificação urbana (MONTEIRO, 1999, p. 27).

O Nordeste brasileiro é fortemente influenciado pela presença da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), as condições ambientais são determinadas pela baixa pressão atmosférica, com chuvas e trovoadas originadas pela convergência dos ventos alísios dos dois hemisférios e a decorrente formação de massa de nuvens que resultam em precipitações. Esta zona migra sazonalmente de sua posição mais ao norte até posições mais ao sul, durante o verão austral, com uma diferença temporal de cerca de 50 dias.

Quando a ZCIT está mais ao norte, situação comumente verificada nos meses de agosto a outubro, os ventos alísios de sudeste são intensos, ocorrendo uma progressiva diminuição da intensidade desses ventos a medida que a ZCIT migra em direção ao Equador, alcançando os valores mínimos anuais durante os meses de março e abril. Essa dinâmica migratória é importante quando se refere na predominância do vento que afeta a cidade de Aracaju, pois influencia no padrão de circulação oceânica e das correntes costeiras consequentes a circulação de vento (PIRES & PINTO, 2011).

No contexto regional, Aracaju localiza-se na porção oriental do Estado de Sergipe e está controlada durante o ano pelo anticiclone semifixo do Atlântico Sul que dá origem as massas de ar Tropical Atlântica (mTa) e Equatorial Atlântica (mEa). A primeira, proveniente da região oriental do anticiclone, atinge o Nordeste brasileiro provocando os alísios de SE e a



segunda, oriunda da parte setentrional do anticiclone, originando os ventos de NE, chamados alísios de retorno (FONTES & CORREIA, 2009 *apud* SANTOS, 2012).

As condições geográficas definem o clima local do tipo Megatérmico Subúmido Úmido segundo a classificação de Thornthwaite (1948). Caracteriza-se como o clima mais úmido, segundo a escala de classificação, decorrente da influência da dinâmica marinha e da sua posição geográfica, bem como, das interações entre o sistema meteorológico durante o ano.

A faixa litorânea de Aracaju apresenta um a três meses secos, entre dezembro e fevereiro, corresponde a área na qual a precipitação é bem distribuída durante o ano e onde se registram os maiores totais. A precipitação concentra-se nos meses de abril até agosto, especialmente outono-inverno resultante da propagação da Frente Polar Atlântica e das Correntes perturbadas de Leste, que asseguram boa distribuição durante o ano. O registro das precipitações dos anos mais chuvosos em Aracaju nas últimas décadas chega ao seu pico com 2226,2 mm em 2006 e 1931,4 em 2005 (SANTOS, 2012).

### 3.2 CENÁRIOS URBANOS NATURAIS

O relevo da paisagem urbana de Aracaju é dominado por duas unidades: a planície litorânea e os morros esculpidos sobre os sedimentos do grupo barreiras. Na planície litorânea encontram-se os sedimentos quaternários com grande predominância dos holocênicos. As formas existentes são predominantes, de processos de acumulação marinha, fluvio-marinha, fluvial e eólica.

Aracaju foi fundada sobre uma duna que margeava o estuário do rio Sergipe e a partir do seu crescimento urbano acelerado passou a ocupar os tabuleiros formando outros bairros, entre eles o América e 18 do Forte, ocupados atualmente por população de poder aquisitivo mais baixo.

A partir dessa expansão e do crescimento populacional, foram surgindo subcentros em áreas periféricas da cidade, entre eles, o bairro Coroa do Meio. A área do bairro foi formada por aterros de manguezais e invasões, que mostravam-se atraentes pelo baixo valor imobiliário e inicialmente, caracterizada por moradias de baixa qualidade e infraestrutura deficitária em termos de saneamento básico e equipamentos de lazer.

A área ocupada pelo bairro abrange parte dos manguezais de Aracaju. Entende-se o manguezal como um ecossistema de transição entre as áreas marinhas e fluviais. Na bacia do rio Sergipe a região estuarina, abrange uma extensão de 44 km a partir da confluência com o rio Jacarecica, no estuário superior, até a desembocadura, entre as cidades de Aracaju e Barra dos Coqueiros.

No estuário inferior do rio Sergipe, onde se insere parte da malha urbana de Aracaju, registra-se a presença de alguns tipos de mangues (Figura 05), entre eles “o vermelho ou sapateiro (*Rhizophora mangle*) e o mangue branco (*Lagunculária racemosa*), na margem paludosa ou mais externamente. O mangue de botão (*Conacarpus erectus*) restringe-se a poucos indivíduos, devido, sobretudo, ao processo de antropização das áreas de apicum” (ARAÚJO, 2006, p. 32).



Figura 05: Manguezal do Bairro Soledade em Aracaju/SE  
Fonte: Visita de Campo/2015

A fauna também se constitui em grande riqueza. Entre as principais espécies, tem-se como exemplo o caranguejo uçá (*Ucides cordatus linneaus*), aratu (*Aratus pisonis*), ostra (*Crassostrea*), sururu (*Mytilidae*) e ainda o guaiamun (*Goniopsis cardisoma guanhumi*), entre outras espécies existentes. Porém, tais espécies encontram-se muitas vezes ameaçadas de extinção devido ao grande grau de poluição verificado nesses ecossistemas como despejo de esgotos in natura e equipamentos (móveis, aparelhos eletrônicos, etc.) assim como lixo doméstico depositado, prejudicando a sobrevivência de diversas espécies. (ARAUJO, 2006, p. 32).

Aracaju é a cidade das águas (Figura 06), ou seja, sua relação com as águas é intensa e vai desde a famosa constatação popular, ainda que ilusória, de que a cidade está abaixo do nível do mar, até o fato de o rio Sergipe margear o centro e uma série de bairros da cidade. O oceano também toca a cidade na sua parte mais turística, e as ondas “cinzas” são também características de Aracaju.

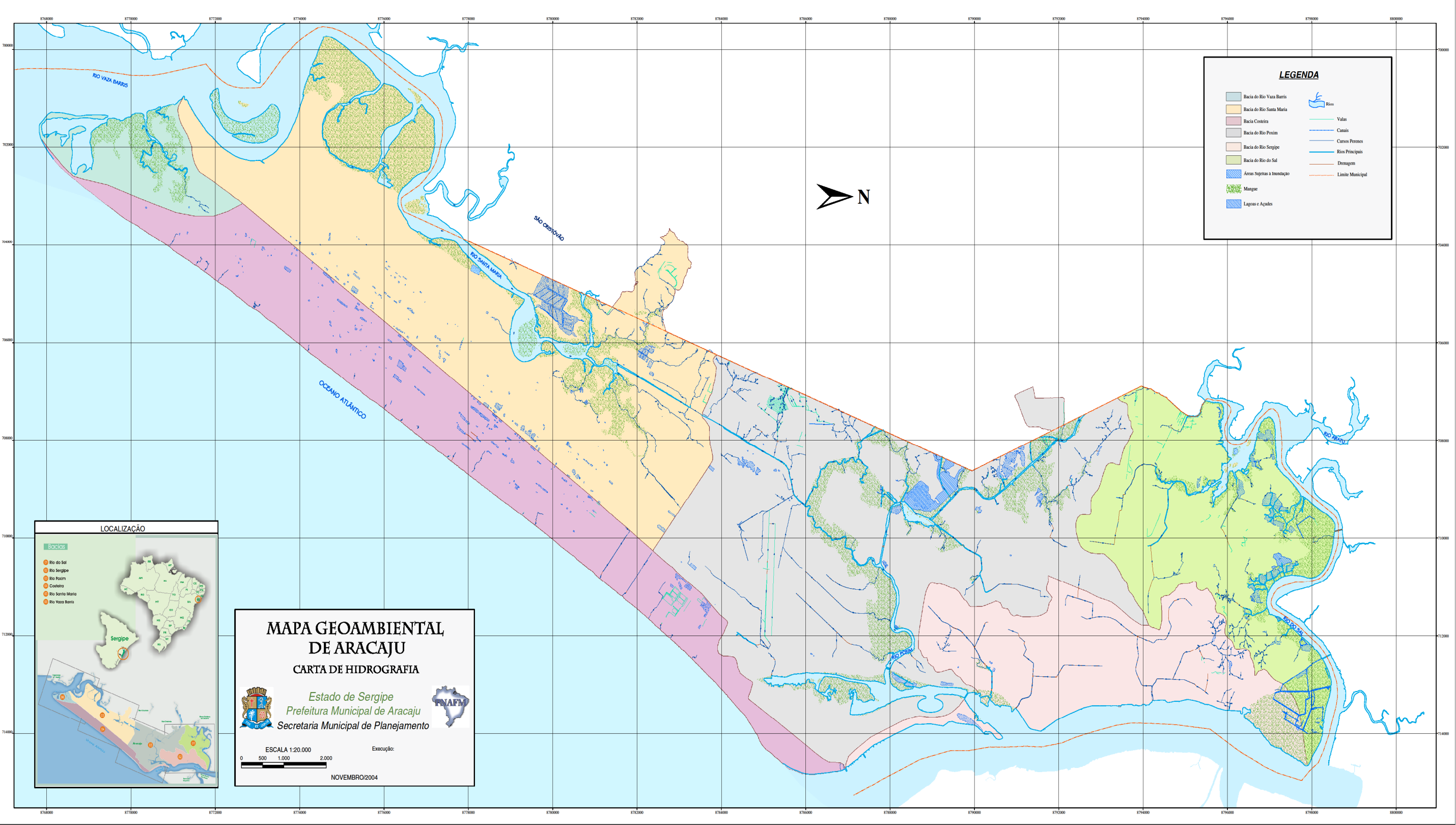


Figura 06: Mapa da Hidrografia de Aracaju - 2004  
Fonte: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão – SEPLOG

O canal de Santa Maria, o próprio Vaza Barris e os afluentes do rio Sergipe (rio do Sal ao Norte e o rio Poxim ao Sul) completam esse cenário “aquático” da paisagem urbana de Aracaju (VILAR, 2000).

Entre Aracaju e a foz do rio Vaza Barris, mas especificamente na Zona de Expansão (Figura 07), o equilíbrio das dunas está sendo rompido devido a intensificação da ação antrópica, com a especulação imobiliária, colocando em risco as rodovias e habitações.



Figura 07: Erosão na Rodovia José Sarney, Zona de Expansão em Aracaju/SE  
Fonte: Visita de Campo/2015

Em relação aos aspectos da declividade (Figura 08) na cidade de Aracaju nota-se que na zona norte e oeste da cidade é onde encontra-se áreas com maiores declividades chegando a cima de 45% como é o caso do Morro do Urubu. Porém, observa-se que na zona sul na bacia costeira apresenta declividades de 30% a 45% devido as dunas encontradas naquela área.



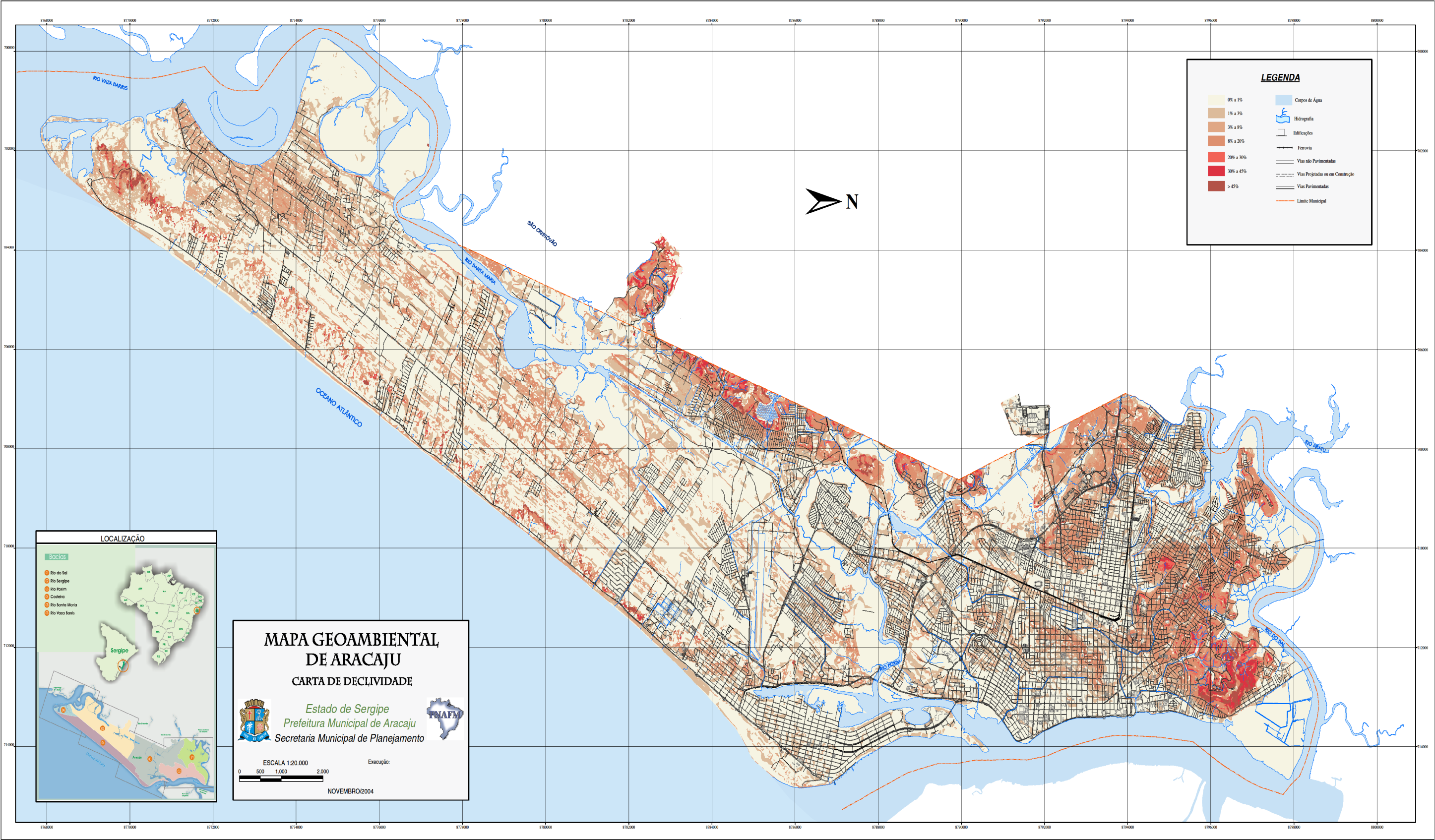


Figura 08: Mapa de Declividade de Aracaju/SE.  
Fonte: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão – SEPLOG

Dessa forma, nota-se que os morros correspondem a grosso modo, na zona norte da cidade e aos limites com o município de São Cristóvão, a oeste. Na zona norte predomina as formas arredondadas mais elevadas da cidade, alcançando cerca de 100 m, ponto de maior cota, no morro do urubu (a única reserva de mata atlântica ainda existente em Aracaju). Além dessas duas zonas mais expressivas, uma área mais ou menos paralela ao rio Sergipe, exatamente nos domínios dos bairros Getúlio Vargas, Cirurgia e parte do Suissa, apresenta elevações com altitudes máximas de 38 metros. Nos bairros América e Jabotiana (Figura 09) também se destacam alguns afloramentos do Grupo Barreira, ampliando as altitudes nessas áreas.



Figura 09: Morro do Bairro Jabotiana em Aracaju/SE  
Fonte: Visita de Campo/2015

Sob o ponto de vista geológico, o município de Aracaju insere-se na Província Costeira e Margem Continental, que inclui a Bacia Sedimentar de Sergipe (posicionada a leste do Estado, avançando sobre a plataforma continental), além de formações superficiais terciárias e quaternárias continentais, e os sedimentos quaternários da Plataforma Continental (ARAUJO, 2006).

As formações superficiais cenozoicas existentes em Aracaju abrangem o Grupo Barreiras e as coberturas quaternárias, com predomínio holocênico (SANTOS et. al., 1998).

O Grupo Barreiras é constituído por sedimentos terrígenos (Cascalhos, conglomerados, areias finas e grossas e níveis de argilas), pouco ou não consolidados, de cores e estratificação irregular, normalmente indistinta e de natureza afossilífera (SCHALLER, 1969; VILLAS BOAS et. al., 1996). Estão separados da linha de costa pelas coberturas continentais holocênicas e correspondem a depósitos correlativos que ocorreram ao longo da costa brasileira durante o Cenozoicos (BIGARELLA & ANDRADE, 1964).

As coberturas quaternárias datadas do holoceno, que por sua vez abrangem a faixa litorânea de Aracaju, englobam os depósitos diferenciados em flúvios marinhos, terraços marinhos, depósitos eólicos litorâneos e depósitos de mangue e pântanos (ARAÚJO, 2006).

Dois níveis de terraços arenosos com características marinhas são predominantes na planície costeira. O primeiro nível de idade pleistocênica é representado por terraços topograficamente mais altos, em torno de 8m. Estão bem localizados no sopé das vertentes do Grupo Barreiras, sendo delimitados por um rebordo de terraços ligeiramente inclinados para o rio Santa Maria e Canal homônimo. Em certas partes, são cortados pelos canais de drenagem que sulcam os flancos do planalto dissecado, esculpido no Grupo Barreiras.

O segundo nível, que constitui os terraços marinhos holocênicos, encontra-se na parte externa dos terraços pleistocênicos, são de poucas elevações com o topo, variando de poucos centímetros a basicamente 4m acima do nível da atual preamar, apresenta na sua superfície continuas cristas de cordões litorâneos paralelos entre si (BITTENCOURT, et al., 1983).

Os terraços marinhos se caracterizam pela sua pouca espessura que favorece a elevação dos corpos líquidos, como se verifica principalmente entre os cordões litorâneos que apresentam as paleolagunas, presentes nas áreas inundáveis formando lagoas permanentes ou temporárias (SANTOS, 2012).

Em relação à cobertura do solo (Figura 10) da cidade de Aracaju é caracterizado em sua grande parte por depósito de terra dos aluvionares, além disso, exclusivamente na zona norte e oeste é predominantemente encontra-se solos residuais de formação Barreiras.



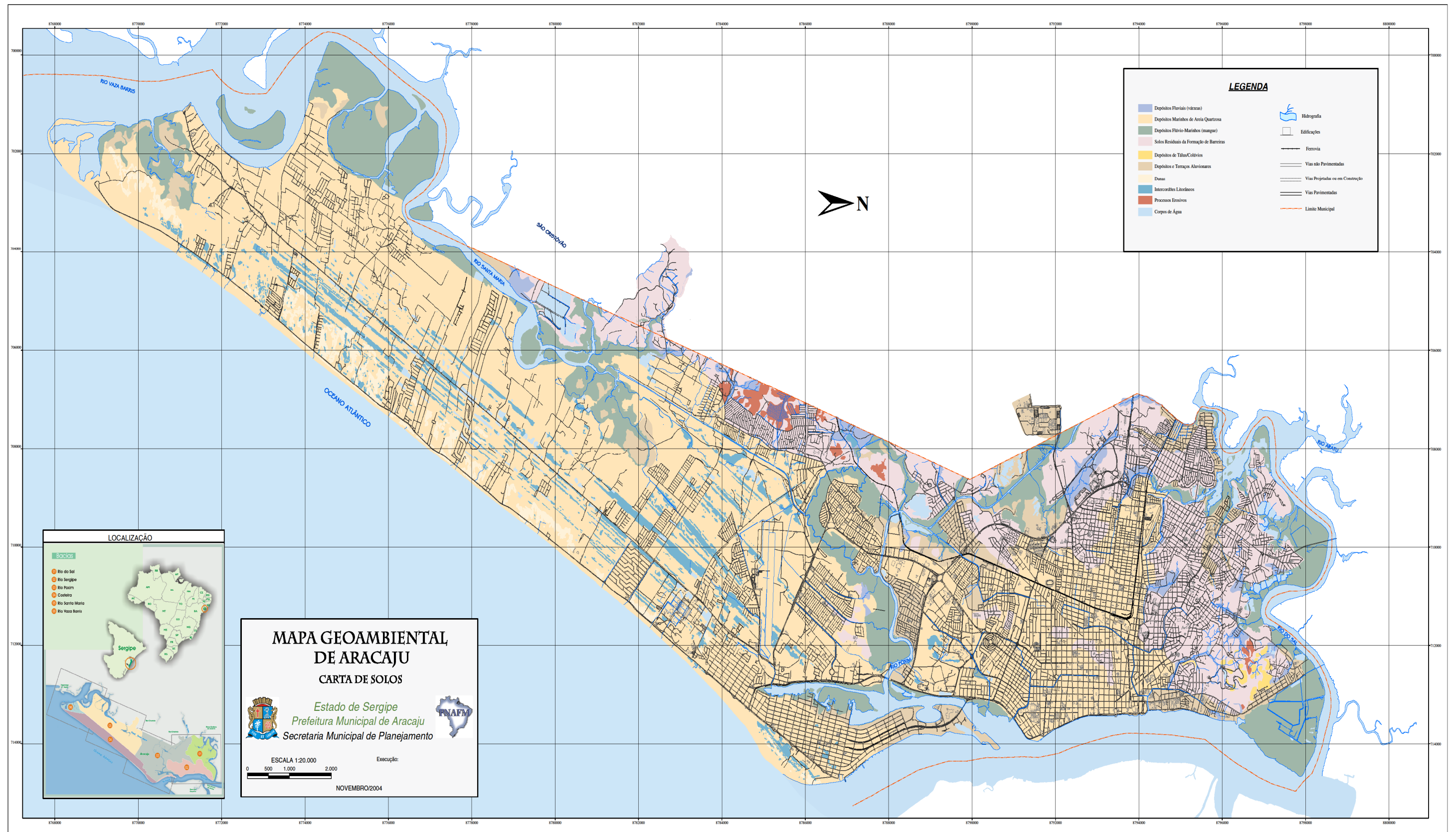


Figura 10: Mapa de Cobertura do Solo de Aracaju/SE  
Fonte: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão – SEPLOG

A cobertura do solo são os depósitos eólicos litorâneos que são constituídos pelas dunas do tipo barcana e coalescentes, de pequenas elevações de areia construídas pela ação dos ventos na baixa-mar. Atualmente, são de pouca expressividade espacial e, em vários pontos, mostram-se ativas; em outros estão semifixadas por uma vegetação rasteira que dificultam os efeitos da deflação eólica (ARAÚJO, 2006).

De modo geral, as dunas são compostas por sedimentos bem selecionados pela dinâmica eólica ao exercer o transporte e deposição, uma vez que o vento é o agente mais seletivo da dinâmica externa. Desempenha a função de proteção da costa contraventos, regularização da linha de alimentação de praias, retenção da água nos aquíferos costeiros pelo aumento da superfície de captação de água pluvial, entre outros.

Os depósitos de mangue e de pântanos ocupam os estuários dos rios Sergipe, Poxim, do Sal e Santa Maria, os canais de maré e as regiões baixas entre os depósitos marinhos pleistocênicos e holocênicos. São formados predominantemente por sedimentos argilosiltosos ricos em matéria orgânica e apresentam uma vegetação típica desse tipo de solo, que são os mangues.

A dinâmica das marés presentes nas proximidades dos estuários das bacias dos rios Sergipe e Vaza Barris, permite a formação sedimentológica definidas pelos movimentos de avanços e recuo do mar (VARGAS, 2002).

O depósito de mangue na confluência do rio do Sal com o rio Sergipe apresenta extensa superfície em ambas as margens, bem como nas proximidades dos estuários dos rios Sergipe e Vaza Barris. Com a expansão urbana de Aracaju, grande parte do mangue desapareceu junto com os Terraços Marinhos, de modo que após o bairro Porto Dantas ele se estreita na direção do bairro Industrial, desaparecendo no centro da cidade para retornar mais adiantes associados ao rio Poxim (ARAÚJO, 2006).

Com o desenvolvimento da ocupação urbana e aumento da densidade populacional, a vazão nos sistemas de águas pluviais aumentou com a impermeabilização e, conseqüentemente, aumentou também a velocidade da rede de condutos, levando a inundações recorrentes.

Os serviços urbanos em relação a rede de drenagem da cidade de Aracaju são deficientes, com níveis de cobertura de 85% para o abastecimento de água, 36% para a coleta e tratamento de esgoto, 84% para a coleta de resíduos sólidos.

### 3.3 URBANIZAÇÃO E A APROPRIAÇÃO DA NATUREZA NA CIDADE

O movimento existente na segunda metade do século XIX, por meio do qual várias províncias brasileiras realizou a transferência de suas capitais para outras áreas visando maior integração econômica bem como maior movimentação da produção e circulação do capital, Sergipe transfere sua capital de São Cristóvão para Aracaju, situada à margem direita do estuário do Rio Sergipe. A transferência para este novo local foi um elemento importante na economia municipal devido a sua localização, especialmente até a primeira metade do século XX.

Na segunda década do século XX, com a implantação da rede ferroviária e o consequente fortalecimentos de sua centralidade surgiram os primeiros bairros de Aracaju: o Santo Antônio, o Industrial e o Arrabalde Presidente Barbosa, atualmente, São José, com relativa independência do centro da cidade, em virtude do isolamento do centro pela presença de lagoas que limitavam as comunicações (DINIZ, 1963 apud. PMA/SEPLOG, 2014).

Na década de 60, devido a forte influência da instituição da Política Nacional de Habitação, em 1964, criou-se a chamada Companhia de Habitação – COHAB - que, por meio de financiamentos do Banco Nacional da Habitação – BNH - passou a construir conjuntos habitacionais, quase sempre distantes da malha consolidada, gerando vazios que foram sendo valorizados e posteriormente ocupados. A construção de tais conjuntos bem como a forma como estes foram distribuídos, atraíram uma proliferação de assentamentos precários em seu entorno, de modo a pressionar o poder público para a obtenção de moradia (PMA/SEPLOG, 2014).

Dessa forma, o aumento da população urbana de Aracaju também se relaciona com o conjunto de ações promovidas pela COHAB/SE, responsável pela construção dos conjuntos habitacionais para as populações de baixa renda, que inicialmente começa em 1968 com pequenos conjuntos unifamiliares atrelado ao sistema financeiro da habitação e tem sua ampliação do número de construções visando resolver o crescente déficit habitacional a partir de 1979, quando se inicia a fase de construção dos grandes conjuntos habitacionais, fato que marca o período de pré – metropolização de Aracaju (Figura 11).

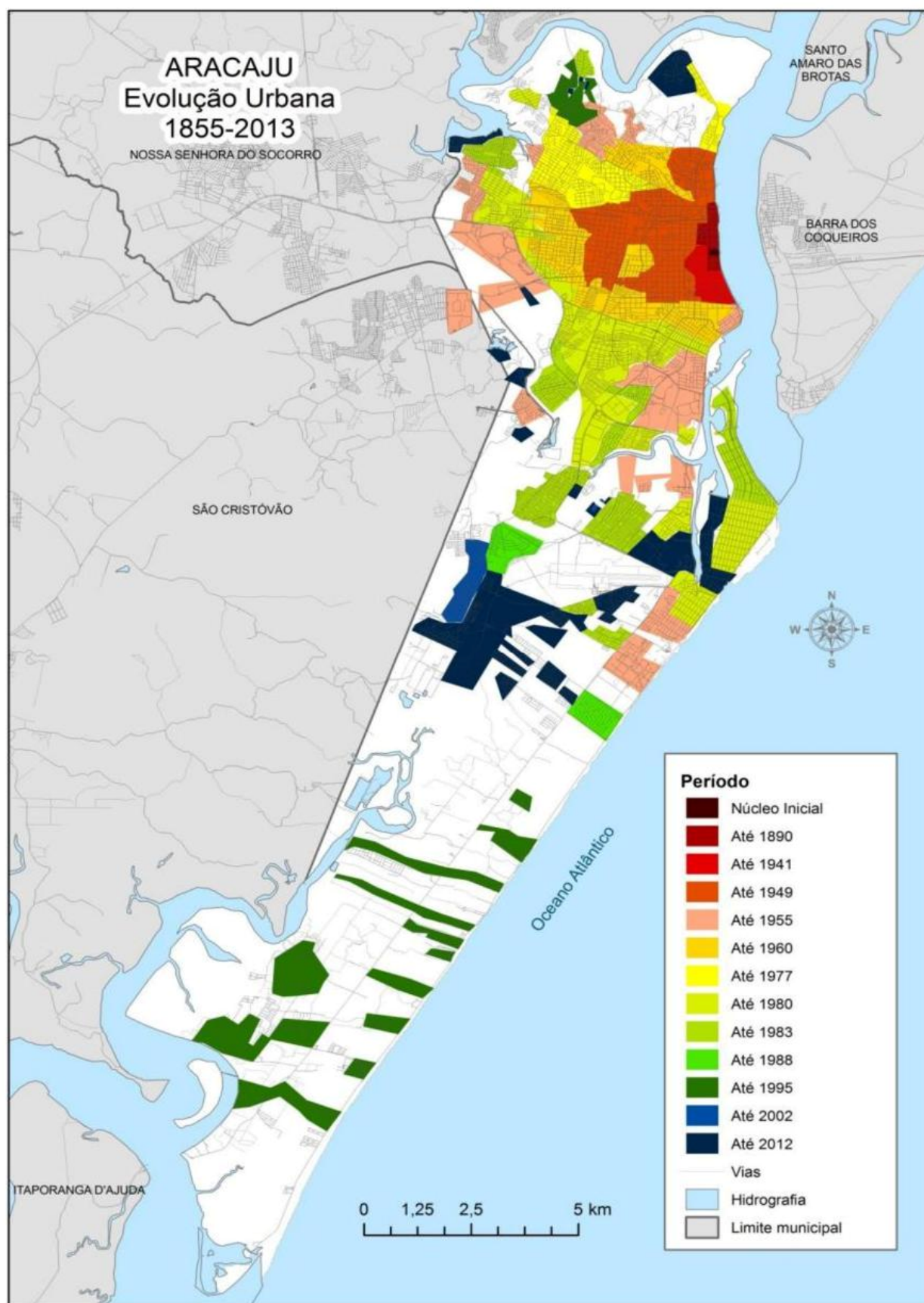


Figura 11: Mapa da evolução urbana de Aracaju 1855-2013

Fonte: Plano diretor de desenvolvimento urbano de Aracaju – PMA/SEPLOG, 2014.



A cidade de Aracaju passou a assumir, a partir da década de 70, evolução urbana em todas as direções, tanto em expansão física horizontal via formação de novas periferias, como através da verticalização, que se transformou em padrão de ‘status’ na cidade e ocupada pela parcela da população que, inicialmente, vivia nas áreas residenciais unifamiliares do centro.

Desde 1980 esse processo se intensificou formando núcleos isolados que de forma lenta e gradual foram se espraiando e se articulando com a capital e se distanciando das sedes dos seus municípios, configurando a formação metropolitana. Segundo dados do relatório final do Diagnóstico de Aracaju (PMA/SEPLOG, 2014), a chamada Grande Aracaju em 2010 concentrava 835.816 habitantes, representando 40,41% da população sergipana, contra 29,29%, em 1980, sendo que os municípios vizinhos apresentaram crescimento mais elevado que a capital, fenômeno comum em áreas metropolitanas.

Em 1982, a Prefeitura Municipal por meio de estudo estabeleceu uma nova divisão de bairros da cidade alterando também seu perímetro urbano, ampliando-o para todo o município, embora ainda se identifique algumas poucas áreas com atividades agrícolas. O município foi então dividido em Zona Urbana e de Expansão Urbana, estratégia esta que favoreceu aos proprietários fundiários que tiveram condições para parcelar a terra (PMA/SEPLOG, 2014).

Percebeu-se que Aracaju havia avançado pelos mangues da 13 de julho e o atual bairro jardins havia se consolidado através das várias edificações com tipologia vertical em torno de um centro comercial pontual, mais conhecido como Shopping Jardins. A cidade estava assumindo neste momento um caráter configurativo de verticalização de suas atividades residenciais. Se até o momento Aracaju possuía em sua história cronológica uma caracterização de expansão urbana oriunda relacionada à implantação de conjuntos habitacionais, agora se transforma claramente para uma realidade de condomínios verticais em lotes particulares. A cidade se verticalizou neste momento, desencadeando transformações significativas na paisagem urbana e cultural. Este processo atrelado à demanda habitacional, principalmente da classe média, vai desencadear uma continuidade da inserção de novas edificações com a tipologia onde a forma do edifício residencial consiste em verticalização desde os 04 a 16 pavimentos. Este processo irá se disseminar por algumas zonas específicas da cidade. Nesta visão, a cidade agora se transformou sensivelmente e irá assumir um caráter de maior adensamento populacional através de tipologias de condomínios verticais com as mais variadas escalas e pavimentos. A partir de 2000, percebe-se claramente uma “outra Aracaju” edificada e transformada pela tipologia habitacional empregada nesta época.

Em 2005 a cidade se espraia para outras regiões onde é possível notar claramente sítios urbanos específicos com rápidas e sensíveis alterações. A região do Sol Nascente e Jabotiana, por exemplo, vão ser alvo destas rápidas transformações a partir da implantação de condomínios verticais (Figura 12) com distintos números de pavimentos condensados em área fechadas de um ou um conjunto de edifícios.



Figura 12: Verticalização da cidade de Aracaju/SE.

Fonte: Visita de Campo/2015

Nos últimos anos a cidade cresce na direção da Zona de Expansão e bairros vizinhos, que recebem condomínios residenciais fechados e loteamentos mesmo sem ter a infraestrutura necessária para dar suporte a todo esse adensamento.

Estas construções contribuíram para o alargamento da periferia em várias direções, ultrapassando os limites territoriais da capital e alojando-se na área rural dos municípios vizinhos, o que, segundo Campos (1998), não é algo particular e associado unicamente ao crescimento metropolitano, mas originado pela implementação de planejamentos equivocados e/ ou estratégias específicas do mercado imobiliário que provocam o surgimento de grandes vazios encravados na malha urbana esperando a crescente valorização frente ao desenvolvimento da cidade.

A prática de construção de grandes estruturas habitacionais na região metropolitana expõe a fragilidade dos municípios perante a imposição do Estado que, dissociado de planejamentos para a geração de empregos e renda, engendrou elementos novos na problemática social, modificando o desenho urbano e confinando a população na periferia em verdadeiros bolsões de pobreza, intensificando o problema das invasões e ocupações irregulares.

Este processo de expansão urbana segue rapidamente nesta mesma dimensão verificando-se que novas regiões vão sendo adensadas por conjuntos dos programas de aceleração do crescimento e os investimentos imobiliários pela iniciativa privada. A zona de expansão urbana ao sudoeste irá se configurar e se adensar vertiginosamente em um rápido espaço temporal. Surgem variadas tipologias com loteamentos de residências unifamiliares, condomínios multifamiliares através de conjunto de edificações com áreas de lazer privativas aliadas a tipologia base torre que já estará consolidada e se implantará em variadas regiões da cidade. Os condomínios residenciais fechados avançam pela zona de expansão urbana consolidando uma nova morfologia paralela.

Em 2014, a atual situação da cidade é expressa pelas várias cidades existentes em uma mesma cidade. As novas configurações morfológicas consequentes dos últimos anos possibilitaram diferentes formas de adensamentos e características espaciais. Outra questão significativa e expressiva são os avanços de adensamentos nas regiões periféricas e menos favorecidas pela infraestrutura urbana. A cidade informal cresce conjuntamente com a cidade formal gerando sérios problemas ambientais e apropriação de zonas não condizentes para utilização do solo. As regiões da zona norte irão crescendo paralelamente aos avanços gerados pelo mercado imobiliário, mas de uma forma desordenada e consequente da informalidade ocasionada pela demanda de moradia pela população mais carente de condições econômicas. Estes fatores desencadearam um espalhamento da cidade tanto na fração norte, quanto na fração sul. Se por um lado a cidade informal cresce ao norte, os recentes loteamentos avançam ao sul através de seus condomínios com os mais variados pavimentos e conjuntos de residências unifamiliares.

A situação contemporânea de Aracaju pode ser evidenciada nas distintas cidades existentes e sua fragmentação consequente. Através de uma análise morfológica da atual situação podem ser evidenciadas as várias cidades e suas formas físicas. Aracaju apresenta morfologias diferenciadas expressadas por suas distintas formas de uso e ocupação do solo (Figura 13).



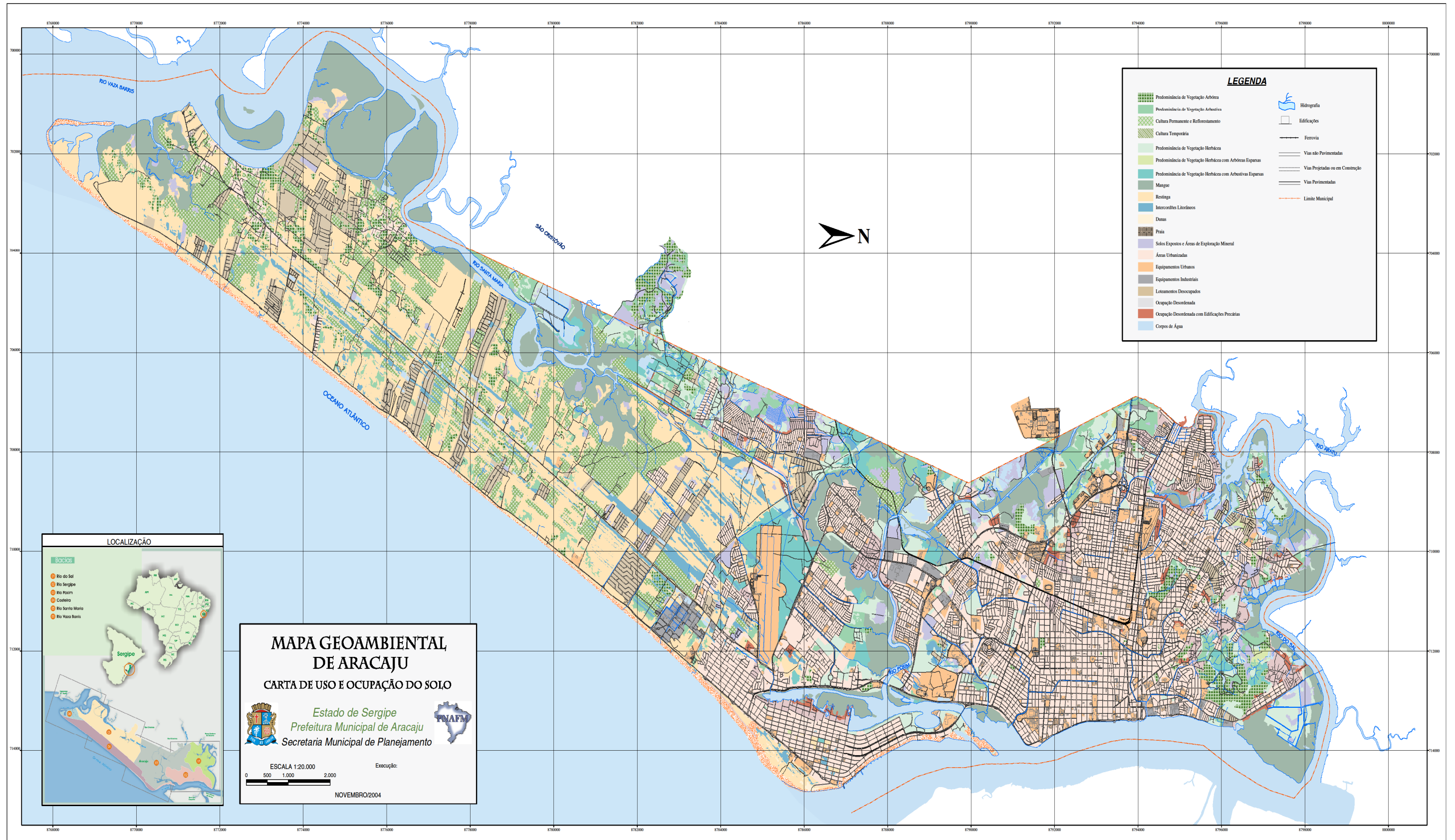


Figura 13: Uso e Ocupação do Solo da cidade de Aracaju/SE  
 Fonte: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão – SEPLOG



Neste mesmo sentido, a especulação imobiliária e a própria política habitacional contribuíram para ampliação dos contraditórios fluxos e refluxos intra-urbanos, quando obriga famílias inteiras a adotarem como recurso de acesso à moradia, a ocupação irregular do solo urbano, geralmente em áreas de proteção ambiental. Assim, repete-se o processo histórico de ocupação do sítio planejado, com a classe pobre e os menos favorecidos, ocupando, primordialmente, os baixios alagadiços e as áreas de mangue, formando uma área de risco.

Assentada sobre área de intensa fragilidade ambiental, a cidade de Aracaju expandiu-se em decorrência de aterros de lagoas, mangue, desmonte de morros e dunas, resultando, ao longo de sua evolução histórica, em elevado processo de degradação ambiental. A ocupação do meio físico através da expansão urbana tem revelado problemas de relativa gravidade em função, muitas vezes, da falta de conhecimento dos fatores fisiográficos, que regem o comportamento e resposta desse comportamento geoambiental.

A ocupação de áreas planas e de topografias mais elevadas, na maioria das vezes feita de forma desordenada e desarticulada de um plano de uso do solo eficaz para o desenvolvimento da cidade, deflagra risco de inundações, que são comandados por diversos fatores naturais relacionados às características do clima, do relevo, do solo e da cobertura vegetal.

A ocupação e a organização do espaço da cidade de Aracaju foi um reflexo do desenvolvimento do modo de produção capitalista, com vistas à acumulação de capital e com a urbanização. Assim, é importante considerar que a retirada da cobertura vegetal original foi necessária para o desenvolvimento urbano da cidade, entretanto, não se pode deixar de ressaltar que o desenvolvimento da cidade exigiu um rápido crescimento urbano, acarretando em uma retirada acelerada das matas, o que trouxe prejuízos ao ambiente.

A impermeabilização do solo, devido à expansão da malha urbana, não permite uma infiltração adequada das águas pluviais, o que aumenta o escoamento superficial, que se torna concentrado, podendo provocar risco a inundações. Segundo Zamuner (2001), muitos impactos da urbanização são decorrentes da implantação da pavimentação de ruas e calçadas que sobrecarregam a drenagem superficial pela adição do fluxo das águas pluviais, causando impactos ainda maiores nas macrodrenagens. O autor descreve que é preciso haver orientação, no sentido de controlar a urbanização indisciplinada das cabeceiras de drenagem e nas áreas de macrodrenagens, pois após os eventos chuvosos o excedente da precipitação que não sofreu o processo de infiltração, vai escoar pelas ruas, dando início as ocorrências de inundações.

As ocorrências de inundações e transbordamento dos canais fluviais são fenômenos naturais, característicos das áreas de baixos cursos dos rios e responsáveis pela formação das planícies e terraços fluviais. No entanto, o problema das inundações urbanas (Figura 14) é necessário entender que os sistemas de bacias hidrográficas nas áreas urbanizadas apresentam sua dinâmica alterada e proporciona a população que ocupa sua área de influência a estarem sujeitas aos riscos hidrológicos (BOTELHO, 2011 *apud* SANTOS, 2012).



Figura 14: Notícia sobre riscos de inundações em Aracaju/SE.

Fonte: Instituto Histórico e Geográfico de Sergipe/ Jornal Cinform 2008.

As ocupações urbanas instaladas na planície de inundação dos citados rios que cortam a cidade e a ocupação marginal dos principais canais fluviais, serviram de apoio para a identificação e mapeamento das áreas com maiores probabilidades de serem atingidas por inundações e enchentes. Outro condicionante para risco é o aterro de áreas alagadiças e de mangue, juntamente com a falta do ordenamento urbano que favorece a convivência precária da população com picos de enchentes, principalmente no período de chuva, que no município ocorre entre o outono/inverno (ARAÚJO, 2010 *apud* SANTOS, 2014).

No contexto do município de Aracaju, as áreas de riscos hidrológicos acham-se distribuídas ao longo da planície do Rio Poxim, Canal e Rio Santa Maria (Figura 15) e nas margens do Rio do Sal. Como também nas regiões de paleolagunas e lagoas entre os cordões litorâneos ao sul do município. São áreas morfologicamente inseridas em ambientes de baixada, onde se encontra mancha urbana consolidada e não consolidada. Apresentam baixo

gradiente topográfico, sendo bastante vulneráveis ao impacto ambiental da expansão urbana inadequada (SANTOS, 2014).



Figura 15: Risco hidrológico no Canal Santa Maria em Aracaju/SE.  
Fonte: Instituto Histórico e Geográfico de Sergipe/ Jornal Cinform 2006

Em se tratando de um dos efeitos da urbanização de Aracaju, as redes de esgoto apresentam-se com alto grau de deficiência para garantir o escoamento eficaz dos resíduos líquidos e dos excedentes hídricos em período de chuva. Os canais de drenagem urbana retificados e o barramento, desenvolvidos para garantir a vazão e o controle dos fluxos dos pequenos afluentes do rio Sergipe no município, recebem a confluência de grande volume de dejetos provindos dos esgotos que seguem desembocando nos rios (*op. cit.*).

Segundo como cita a professora doutora Lilian de Lins Wanderley no jornal Cinform no ano de 2010:

A impermeabilização gradativa da área pela construção de prédios e vias de acesso tende a modificar o regime de drenagem da área pela diminuição da área de infiltração, aumentando o fluxo superficial das águas de chuva em direção às áreas inundáveis (JORNAL CINFORM, 2010).

A estrutura de escoamento criada para atender as necessidades urbanísticas das primeiras ocupações de Aracaju já não atende mais a demanda atual. Outra questão que merece destaque é que alguns desses canais antropizados estão a um baixo nível de altitude, o que dificulta o escoamento, principalmente nas proximidades dos estuários, caso observável nos canais da Treze de Julho e do São José.

Segundo a defesa civil do município e as observações em campo dos últimos três anos as ruas que apresentam maior frequência de alagamento e enchentes no período de chuvas estão atreladas principalmente as ruas e avenidas que contém canais retificados como é o caso das Av. Gonçalo do Prado, Hermes Fontes, Edézio Vieira, Pedro Valadares/Marieta Leite, Augusto Maynard, Canal 5 (Conj. Augusto Franco), Av. José Conrado de Araújo, Av. Airton Teles, Av. Cel. Sizino da Rocha, entre outros.

De modo diferenciado os riscos hidrológicos se manifestam na zona Sul com extensas áreas de alagamentos. As ocupações estão principalmente sobre os cordões litorâneos pleistocenos e pliocenos, sobre o aterro de lagunas e lagoas que apresentam alto grau de vulnerabilidade. A ineficiência do canal de drenagem na zona de expansão de Aracaju é responsável pela contestação populacional, inclusive no Ministério Público, sobre as diversas perdas econômicas e domiciliares vivenciadas pelos residentes de diversos conjuntos habitacionais, dentre eles, o Residencial Costa do Sol, o Residencial Atalaia Sul, Conjunto Brisa Mar, Robalo, Residencial Água Belas, Residencial Costa Nova I, Residencial Costa Nova II, Conjunto Biratan, Aquarius, Horto do Carvalho, Mirassol, entre outros (GRAVATAR, 2009 *apud* SANTOS, 2014).

Outro agravante é a falta de contribuição da sociedade, na manutenção da rede de drenagem em boas condições. Quando se joga lixo nas ruas e nos canais de esgotos, ao ocorrer eventos pluviais extremos, a rede de drenagem fica obstruída e grandes inundações urbanas ocorrem em vários pontos da cidade. Principalmente nas áreas de risco, por não possuírem um sistema de drenagem adequado, as áreas de inundações apresentam um alto risco a partir que o canal da rede de esgoto transborda ou os pontos de inundações se misturam aos esgotos que se encontra ao céu aberto, trazendo assim consequência de risco para a saúde dos moradores da área.





Figura 16: Lixo e área de inundação no Bairro Porto Dantas, Aracaju/SE

Fonte: Visita de Campo/2015

No Bairro Porto Dantas (Figura 16), especificamente na Rua Maria do Coqueiral próxima com a Rua Santo Antônio, existe uma depressão, no qual, quando ocorre um evento pluvial extremo os lençóis freáticos afloram, tornando-se uma área de inundação. Para solucionar a população por falta de “conhecimento” tentou resolver o problema jogando entulhos e lixos nessa área, aumentando assim o problema para os moradores. Porém, o primeiro problema da área de inundação não resolveu e ainda assim gerou um segundo problema que foi das águas contaminadas e o mau cheiro vinda do lixo, gerando graves doenças, principalmente as crianças que brincam nas ruas.

Segundo o coordenador do centro de meteorologia do Estado de Sergipe Overland Amaral no jornal Cinform no ano de 2010, “o problema do lixo é associado ao problema da ausência de mudança de comportamento de parte da população, dessa forma, é importante conscientizar a população a não jogar lixo nas ruas, nos canais e rios” (JORNAL CIFORM, 2010).

Na carta de avaliação da ocupação em função da recomendação do uso do solo de 2004 (Figura 17) desenvolvido pela Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão – SEPLOG do município de Aracaju/SE.



Figura 17: Carta de avaliação da ocupação em função da recomendação do uso do solo - 2004  
Fonte: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão – SEPLOG

Nota-se que a cidade de Aracaju está dividida em 03 (três) áreas: a área recomendada para ocupação, as com restrições e a não recomendada para ocupação.

As áreas recomendadas para ocupação são encontradas principalmente na parte central da cidade de Aracaju, segundo a carta essas áreas recomendadas já estão 50,17% ocupadas. As áreas com restrições estão 50,61% ocupadas e as áreas não recomendadas para ocupação segundo a carta do ano de 2004 apenas 6,07% da população está ocupada.

No entanto, na última década o crescimento urbano e da especulação imobiliária da cidade de Aracaju/SE, levou a população ocupar gradativamente com construções irregulares que favorece ao risco as áreas com restrições e as áreas não recomendadas para ocupação como, por exemplo, a zona de expansão e a zona norte respectivamente.

Essa expansão do sítio urbano tem se dado de forma desordenada em áreas ambientalmente frágeis como as regiões flúvio-lagunares e as de vertentes de instabilidade acentuadas. Os desrespeitos às leis ambientais acabaram interferindo sobre o equilíbrio entre pedogênese e morfogênese em escala local, criando situações de riscos nas encostas além das áreas de baixa altimetria estar sujeitas aos riscos de inundações (SANTOS, 2012).



#### 4 ANÁLISE MULTITEMPORAL DOS EVENTOS PLUVIAIS EXTREMOS

As características climáticas de Sergipe são marcadas pelas irregularidades espaço-temporais das precipitações, estando relacionados à atuação de sistemas atmosféricos, centros de ação e fatores geográficos locais e regionais. A precipitação é sazonal, com um período chuvoso concentrado basicamente em 4 a 5 meses (Figura 18), resultando em outro de estiagem prolongada.

A cidade de Aracaju localiza-se no litoral da região nordeste brasileira e, como tal, tem influência oceânica moderadora das temperaturas, mas propiciadora de sistemas desencadeadores de chuvas. há pouca influência da continentalidade. as temperaturas anuais são elevadas. determinam o tempo e o clima aracajuano a baixa latitude - aquecimento diferenciado pela radiação solar e a dinâmica atmosférica;

Entre os mecanismos dinâmicos controladores das chuvas no Nordeste do Brasil, definem-se o *Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS)*, cujo domínio direto torna a região uma área na qual os diversos sistemas de correntes perturbadas se dissipam ao se aproximarem da divergência anticiclônica. Pela sua dinâmica, não produz chuvas.

Principal sistema atmosférico responsável pela precipitação na localidade é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que consiste de uma banda de nuvens formada pela confluência dos ventos alísios, sobreposta ao equador térmico, migrando entre os hemisférios ao longo do ano. (FERREIRA; MELLO, 2005).

Favorável às chuvas, é também o fenômeno do DIPOLLO do Atlântico que quando a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) é quente, há ocorrência de chuvas e essas chuvas são, segundo os autores acima, associadas ao La Niña.

Em Aguiar Netto (2008, p. 86/87), há menção de que a Zona de Convergência Intertropical resulta em movimentos ascendentes de ar com alto teor de vapor d'água. Chuvas de inverno na região são atribuídas aos vestígios de sistemas frontais (massas de ar frio) provenientes de regiões subantárticas. O litoral leste da região (7° a 18° S) recebe o máximo de precipitação no período de maio a julho. A atuação de ondas de leste, (agrupamentos de nuvens que se movem no Atlântico, de leste para oeste), provoca precipitação ao longo do litoral (5° a 13° S) durante o período de maio a agosto.



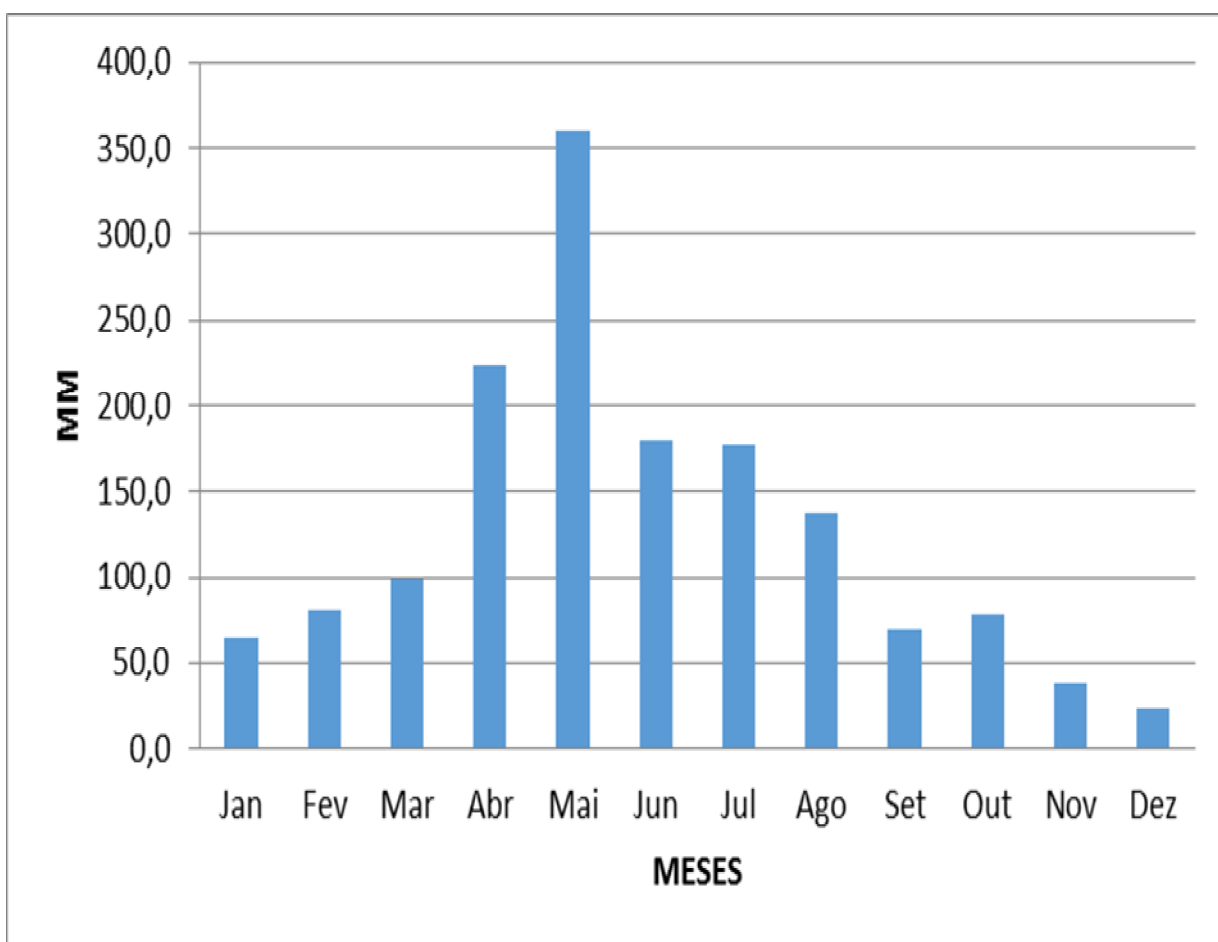


Figura 18: Distribuição da média mensal da pluviosidade de Aracaju em 2004-2014

Fonte: SEMARH

Organizado: João Luiz Santana Brazil

Entre os anos de 2004 e 2014, Aracaju apresentou um padrão normal e habitual na pluviosidade interanual, pelo seu comportamento cronológico médio. Observando figura 18, nota-se que os meses de Abril (223,3mm), Maio (360,7mm), Junho (180mm), Julho (177,5mm) e Agosto (137,3mm) foram os meses com as maiores médias de pluviosidade no período, sendo maio o mês mais chuvoso. Há que se observar que as chuvas ocorrem conforme a expectativa de ação dos sistemas e que devem ser aguardadas. Pode haver uma antecipação ou um atraso, mas o tempo chuvoso é bem definido em cinco ou seis meses.

O período mais seco ocorre nos meses de Setembro (69,2mm), Outubro (78,5mm), Novembro (38,5mm), Dezembro (23,5mm) e Janeiro (65,3mm).

Ao considerar as chuvas anuais pelos registros da pluviosidade total, o mês de maio apresenta-se com maior concentração: 545,2mm em 2006; 622mm em 2009; 545,6mm em 2013. O mês de maio registra índices pluviométricos que chegam a superar o volume de precipitação total dos meses mais secos.

A distribuição estacional da precipitação é um fator decisivo no volume de recarga da água subterrânea. O alto índice de pluviosidade favorece a elevação do nível do lençol freático, interceptando a superfície do terreno e gerando áreas embrejadas, lagoas temporárias, entre outros (SANTOS, 2012 *apud* FONTES, 2003).

A alta precipitação concentrada na cidade de Aracaju em 24 horas gera risco de inundações devido a deficiência das redes de drenagem dos canais pluviais, ou mesmo, segundo SANTOS (2012) no que diz respeito ao aumento da vazão dos rios do município ocasionando pontos de inundação.

Episódios isolados de chuva podem ter impactos pela irregularidade, mas considerando o comportamento ou a reação pela população, registrada na imprensa, nada é tão significativo, mas chamam atenção os resultados da tabela 01. De fato, para o senso comum e para o poder público, é no período chuvoso que ocorrem os riscos.

A distribuição irregular das precipitações influencia na drenagem pluvial a partir da recarga do lençol freático e da dinâmica do escoamento superficial. Além disso, a impermeabilidade do solo urbano tem prejudicado o escoamento superficial, não tendo a rede de captação capacidade suficiente para escoar de modo rápido, o grande volume de água que se acumula gerando risco de inundações (ARAÚJO, 2007).

Segundo SANTOS (2012), o excedente hídrico está associado à retenção de água que se infiltra influenciando nas características hidrológicas dos cursos de água, e no lençol freático. A saturação e impermeabilidade do solo em pontos diferenciados favorecem a formação de eventos pluviais extremos de inundações.

#### 4.1 EVENTOS PLUVIAIS EXTREMOS DE INUNDAÇÕES

As diversas formas de produção do espaço geográfico exercem forte pressão sobre a água e sobre o espaço natural, sendo realizadas, na maioria das vezes, sem considerar a vulnerabilidade das populações e do próprio ambiente. Neste sentido, os núcleos urbanos próximos à bacias hidrográficas acrescentam inúmeros problemas e conflitos ambientais, repercutindo negativamente no bem-estar e na qualidade de vida das pessoas que lá residem, bem como no equilíbrio ambiental.

O impacto das inundações é um exemplo de um processo excludente da ocupação do território, onde estes espaços frágeis foram destinados às populações socialmente vulneráveis, sendo crescente a quantidade de indivíduos atingidos por estes fenômenos.

Nesse contexto a cidade de Aracaju apresentou na série estudada de 2004 a 2014, um histórico de comportamento variável da pluviometria interanual. A partir da análise da distribuição média mensal da pluviosidade e do número de eventos pluviais extremos levantados, constatou-se que a ocorrência de um período chuvoso ou muito chuvoso, acarreta no aumento da frequência dos eventos pluviais (Tabela 01).

Os eventos pluviais na cidade de Aracaju que de modo geral ocorrem entre os meses de abril a julho, ocasionam a condição de exposição a riscos para população residente das áreas periféricas.

Conforme a tabela 1, as estatísticas demonstram o elevado índice de eventos devido às chuvas nos meses de janeiro, abril, maio e junho. O impacto meteórico ocorreu em toda extensão da cidade, com registro de inundações em diversas ruas da capital. O registro das ocorrências de maiores gravidades situou-se nas áreas de risco onde o contingente populacional é mais carente.

Consideram-se eventos pluviais de risco extremo, quando as chuvas são iguais ou superiores a 60mm/24h (ZANELLA 2009). Na tabela seguinte, uma relação das precipitações extremas, no período analisado.

Ano	MESES												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL
<b>2004</b>	5	1	3	4	3								<b>16</b>
<b>2005</b>	2		2	3	2		1						<b>10</b>
<b>2006</b>	3			1	6	4							<b>14</b>
<b>2007</b>				2	3								<b>5</b>
<b>2008</b>	1				2	4							<b>7</b>
<b>2009</b>	2				3		2						<b>7</b>
<b>2010</b>		2		3	1								<b>6</b>
<b>2011</b>	2	1		1	2	2	2						<b>10</b>
<b>2012</b>	2			2	1	1		2					<b>8</b>
<b>2013</b>		1		1	1	2		1					<b>6</b>
<b>2014</b>	1		2	2	1				1				<b>7</b>
<b>TOTAL DE EVENTOS</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>96</b>

Tabela 01: Relação precipitações média mensal e os eventos pluviais em Aracaju/SE, 1994-2014.

Fonte: SEMARH E PESQUISA EM JORNAIS 2004-2014

Organizado: João Luiz Santana Brazil

Ocorreram 96 eventos pluviais iguais ou superiores a 60mm/24h. Os maiores totais pluviais anuais estiveram concentrados nos anos de 2004, 2006 e 2011. No entanto, a maior frequência de eventos superiores a 60mm/24h esteve presente em 2004 e 2006, enquadrados como anos habituais (Figura 19).

Assim, constatou-se que nos anos considerados chuvosos há o aumento da frequência de eventos, contudo nem todos os meses de 2004 a 2014 com essas características apresentam precipitações acentuadas, como nos meses de janeiro e fevereiro. Em contrapartida, os meses habituais registraram as maiores ocorrências de eventos pluviais de inundações. Entre setembro a dezembro há a estiagem, desaparecendo as chuvas concentradas.

Os anos de 2004, 2005, 2006 e 2011 foram os mais representativos, contando com 50 (48,00%) eventos pluviais extremos de inundações. Em contrapartida, os anos de 2007, 2009, 2010, 2012 e 2013 contando com 32 (30,72%) eventos pluviais, de modo que demonstra que nesses anos as precipitações foram melhores distribuídas.

Há que se delinear que em 2004, os maiores eventos ocorreram no mês de janeiro, tradicionalmente seco. Em 2006 e 2009, maio é sim o mês com mais eventos e também historicamente mais chuvoso.

Pelos dados referidos na tabela anterior, os eventos assinalados correspondem aos meses de médias pluviais elevadas. Contudo, há que se observar os eventos assinalados nos meses de janeiro e fevereiro, significando uma anomalia que pode implicar em risco involuntário.

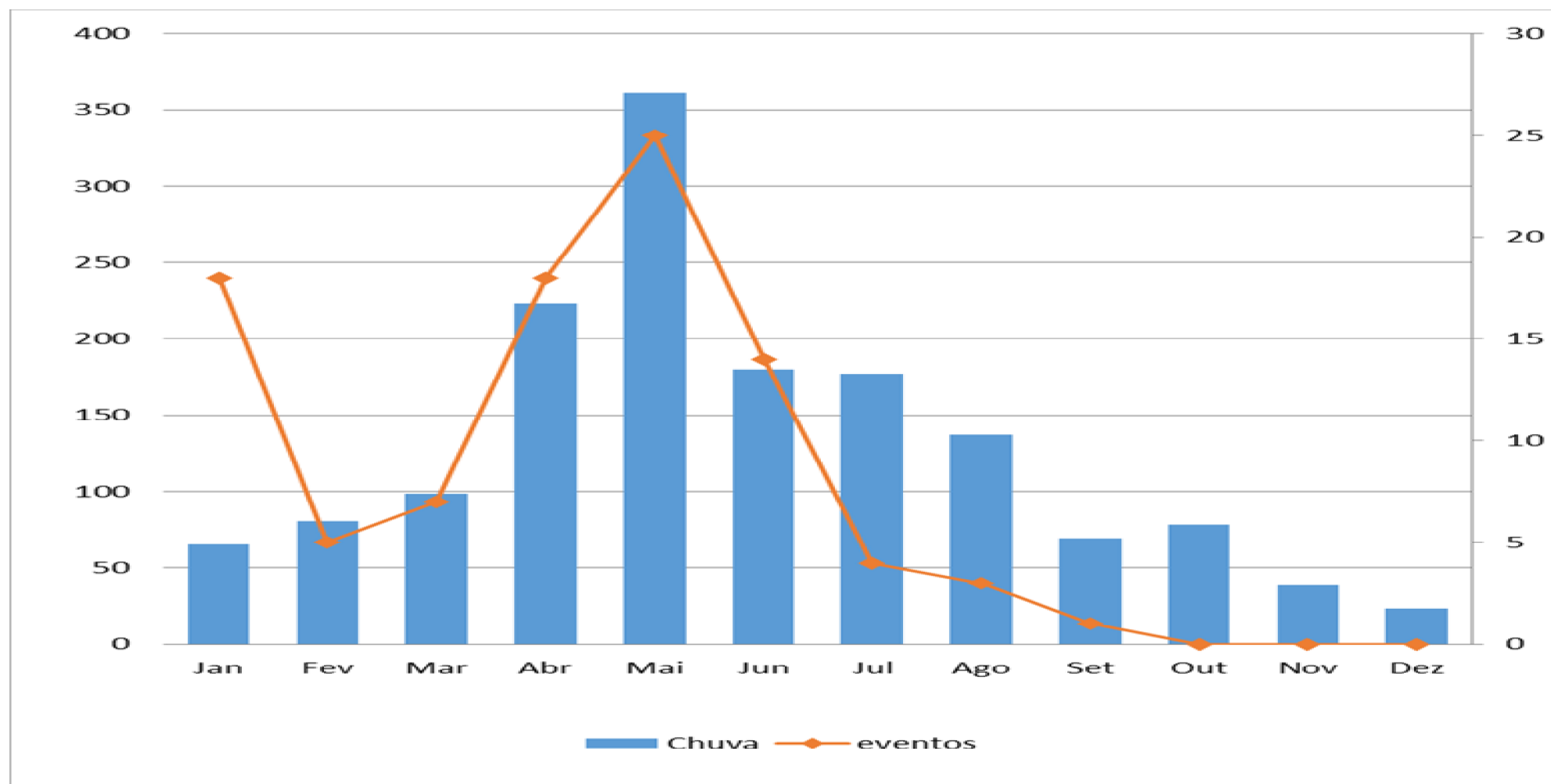


Figura 19: Relação precipitações média mensal e os eventos pluviais em Aracaju 1994-2014.

Fonte: SEMARH E PESQUISA EM JORNAIS 2004-2014

Organizado: João Luiz Santana Brazil

Os maiores totais pluviiais mensais estiveram concentrados nos meses de Abril, Maio, Junho e Julho. No entanto, a maior frequência de eventos pluviiais extremos superiores a 60 mm/24h esteve presente nos meses de Janeiro, Abril e Maio, enquadrados como meses habituais.

Em relação à distribuição mensal no período estudado constatou-se que a frequência dos eventos pluviiais extremos de inundações corresponde em sua maioria à quadra chuvosa. Destaca-se o mês de Maio, seguido pelo mês de Abril. No mês de maio ocorreram 25 (24,00%) eventos pluviiais extremos de inundações com totais médios de 360,7mm/anos. O mês de junho registrou 13 (12,48 %) eventos com média de 180 mm/anos. Além disso, eventos ocorreram na pré-estação chuvosa como no mês de janeiro, contando com 18 (17,28%) eventos com precipitações com valor médio de 65,3mm/anos. Além disso, no mês de Abril com 19 (18,24%) eventos com precipitações com valor médio de 223,3mm/anos.

A figura 20 delimita tal comportamento, permitindo afirmar que em Aracaju, há dois períodos de eventos pluviiais considerados extremos e ratificar o período de chuvas inexpressivas ou que possam provocar riscos.

Assim, constatou-se que nos anos considerados chuvosos há o aumento da frequência de eventos, contudo nem todos os meses do período com essas características apresentam precipitações acentuadas, como nos meses de janeiro e fevereiro. Em contrapartida, os meses habituais registraram as maiores ocorrências de eventos pluviiais de inundações. Entre setembro a dezembro há a estiagem, desaparecendo as chuvas concentradas.

## 4.2 OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÕES

Provenientes dos insumos energéticos da atmosfera, as chuvas somente adquirem caráter de impacto, quando promovem danos sobre um espaço humanizado, com ele interagindo (GONÇALVES, 2011), produzindo transtornos econômicos e sociais, principalmente no espaço citadino.

Embora estes eventos sejam naturais, com períodos e locais razoavelmente conhecidos, as suas gravidades dependem da tolerância das sociedades face aos impactos gerados. A redução da vulnerabilidade do meio urbano exige mudanças estruturais na sociedade, adequando-se os usos as condições ambientais (MONTEIRO, A. 2009).

Neste cenário, a cidade de Aracaju encontra-se exposta a diversos riscos ambientais (Figura 20). Contudo, o sistema climático é o principal responsável pelos danos, promovendo inundações e alagamentos, incidindo diferentemente no espaço em função das vulnerabilidades. Além disso, a cidade apresenta deficiências de equipamentos de proteção e prevenção aos eventos pluviais extremos. Citam-se a carência em sistemas da rede de drenagem, monitoramento, treinamento e alerta.



Figura 20: Evento Pluvial na cidade de Aracaju em 2011

Fonte: [www.ig.Com.Br](http://www.ig.Com.Br)



Enquanto a formação de situações de excepcionalidade climática revela, particularmente, uma condição natural dos riscos, as diferenciações sociais, políticas, econômicas e culturais das populações revelam, por seu lado, condições de injustiça social que se ligam, diretamente, às diferenciações da vulnerabilidade socioambiental das populações aos eventos extremos (MENDONÇA, 2011).

Dessa forma, a pesquisa feita a partir dos resultados dos eventos pluviais extremos levantados pela Defesa Civil e nos Jornais Gazeta de Sergipe, Jornal da Cidade e Cinform referentes às notícias que se referiam a impactos pluviais na área urbana da cidade de Aracaju/SE entre 2004-2014 permitiram realizar o levantamento dos principais eventos pluviais extremos da cidade de Aracaju, conforme mostra o mapa (Figura 21).

A leitura minuciosa do período permitiu uma catalogação por bairros, além do registro fotográfico de manchetes. No total foram 113 (cento e treze) pontos de inundações de diversos níveis de frequência e de eventos causadores. Alguns bairros contêm mais informações, ou pela repercussão ou pela facilidade de acesso.

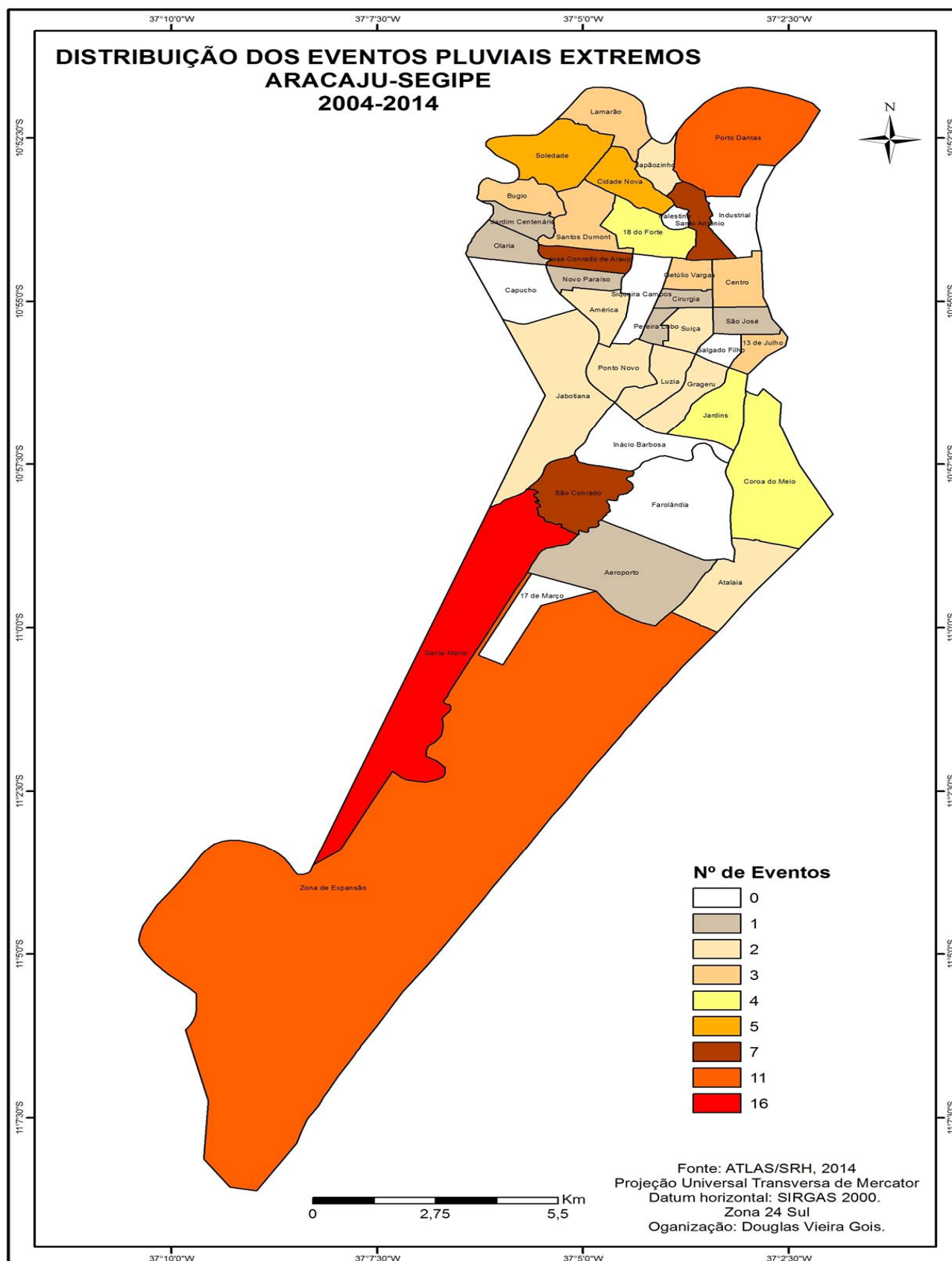


Figura 21: Distribuição dos eventos pluviiais extremos na cidade de Aracaju, 1994-2014.

Fonte: Pesquisa Em Jornais e dados da defesa civil, 2004-2014.

Organizado: Douglas Vieira Gois

Observou que na cidade de Aracaju os eventos pluviais extremos estão muito bem distribuídas, sendo 42 (quarenta e dois) na zona norte e 38 (trinta e oito) na zona sul. O registro das ocorrências de maiores gravidades situou-se nas áreas de risco onde o contingente populacional é mais carente.

As diversas ocorrências dos eventos pluviais extremos que foi levantado no período pesquisado foram sentidos em diferentes espaços da capital. As áreas de inundações atingiram grande parcela dos bairros inclusive as áreas com os melhores padrões de infraestrutura urbana, localizados na zona sul.

Na zona sul da cidade de Aracaju observou um elevado número de eventos pluviais extremos, se destacando no bairro Santa Maria com 16 (dezesesseis) e a Zona de Expansão com 11 (onze) eventos de inundações na última década.

O bairro Santa Maria (Figura 22) é a localidade com maior ocorrência referente a todos os outros bairros da cidade de Aracaju, além disso, a existência de eventos em todos os anos pesquisados. Notando assim a falta de preocupação dos governantes em relação a prevenção dos riscos a inundações que a sociedade tem sofrido neste período.



Figura 22: Evento Pluvial no bairro Santa Maria em 2012  
Fonte: g1.globo.com/

Os riscos a inundações e a concretização dos eventos pluviais são consequências da falta de gestão e planejamento do uso e ocupação do solo da cidade de Aracaju, levando a ocupação desordenada da população próximo ao canal do Santa Maria gerando assim risco de inundações.

A falta de drenagem pluvial é outro problema identificado na localidade, gerando assim transtornos à população quando ocorre precipitações superiores a 60mm/24h, ocorrendo inundações e consequentemente risco a população (Figura 23).



Figura 23: Alagamento no Bairro Santa Maria em 2009 na cidade de Aracaju/SE

Fonte: g1.globo.com/

Na mesma região encontra-se a zona de expansão da cidade de Aracaju (Figura 24), que contempla o conjunto Aruanda, Mosqueiro e Areia Branca. A ocupação urbana desses conjuntos se deu recentemente, aproximadamente a partir de 2009. E foi a partir deste mesmo ano que começou as notícias dos eventos pluviais extremos nessa localidade.

Considerando uma análise da evolução da ocupação urbana, percebe-se uma diferença entre os anos de 2004 e 2014, no que se refere aos seus totais de áreas ocupadas, pois para os dois períodos, percebemos o aumento da ocupação, ou seja, nessa região existem, atualmente, mais áreas construídas e impermeáveis com as construções de grandes condomínios. Pois o



termo impermeável vem se tornando sinônimo de urbano, a água que antes era absorvida pelo solo, agora fica retida na superfície. Nesta situação, quanto maior for a chuva, maior será a quantidade de água em suspensão no solo, que por consequência se acumula sobre a superfície pavimentada, outro fator que contribui para a formação de enchentes, e falta de manutenção de sistemas de drenagem ou a sua inexistência.

Isso é grave, pois a dinâmica natural da região fica comprometida devida a alta densidade ocupacional, sobrecarregando o ambiente, afetando a capacidade de suporte dos impactos que a região possui.



Figura 24: Evento Pluvial na Zona de Expansão em 2009 na cidade de Aracaju/SE  
Fonte: Instituto Histórico e Geográfico de Sergipe/ Jornal Cinform 2009

Dessa forma, nota-se que a ocupação urbana feita principalmente por conjuntos habitacionais de condomínio de casas desenvolvidas naquelas localidades a partir de 2009, a falta de planejamento do uso e ocupação do solo e a falta de drenagem pluvial tem ocasionando eventos pluviais extremos e gerando risco de inundações a população da localidade.

A pesquisa mostra que entre os anos de 2009 a 2011 (Figura 25) foram os anos que maior ocorreu eventos pluviais nesta localidade, mostrando assim o grau de vulnerabilidade ambiental existente nesta localidade. Portanto, a partir da ocupação urbana desenvolvida pelas empresas habitacionais gerou impactos ambientais.



Figura 25: Evento pluvial na Zona de Expansão em 2009 na cidade de Aracaju/SE  
Fonte: <http://www.infonet.com.br/>

Por outro lado, embora os eventos pluviais extremos atingi toda a capital e submetido à cidade a impactos adversos, os bairros mais nobres não apresentaram vulnerabilidade socioambiental tão intensa comparado aos bairros localizados na zona norte da cidade de Aracaju, como por exemplo os bairros Porto Dantas, Japãozinho e entre outros.

Na pesquisa a zona norte se destaca pelos bairros Porto Dantas com 11 (onze), Santo Antônio 07 (sete), Soledade 05 (cinco), Cidade Nova 05 (cinco) 18 do Forte 04 (quarto), Getimana 04 (quarto), Lamarão 3 (três), Japãozinho 02 (dois) e Manoel Preto 01 (um) eventos pluviais extremos.

Na pesquisa, viu-se que na mesma região houve um número maior e constante de ocorrências a partir de 2008, tendo o Bairro Porto Dantas como destaque de eventos de inundações. Os eventos pluviais extremos nesta localidade estão associados à ocupação irregular de alguns terrenos, deficiência na engenharia das casas que geralmente não se adequam ao terreno, a carência de educação ambiental no tocante ao destino do lixo, falta de drenagem pluvial, são alguns fatores de riscos aos que residem nessas áreas.

Esses eventos pluviais extremos são observados em todos os anos pesquisados (2004-2014), porém com destaque principalmente no ano de 2004 onde observou eventos pluviais em todos os bairros da região, eventos superiores a 60 mm/24h, sendo ocasionado pela ação da ZCIT.

A partir das informações obtidas verificou-se que alguns bairros apresentam recorrência na decretação de eventos pluviais extremos. Esta situação indica que os eventos naturais intensos ocorrem com alta frequência, mas também adverte que a população e as instituições públicas possuem baixas resiliências, uma vez que após serem atingidas por um evento adverso, elas não têm meios para prever, prevenir e mitigar futuros desastres, a partir da experiência vivida. Assim, constantemente sofrem com os mesmos danos, tornando a situação de risco uma constante na vida das pessoas.

Além disso, os noticiários descreveram que os transtornos e a reclamação dos moradores, não são problemas recentes, sempre que as chuvas excedem o normal esses problemas ficam evidentes, apontando assim para a falta de planejamento. O trabalho preventivo é superficial, apenas nos momentos de riscos retiram os moradores das casas, desobstruem os esgotos, recolhem o lixo sem extinguir os problemas que voltam a acontecer corriqueiramente.

Diante dos resultados obtidos através da pesquisa das ocorrências de inundações, percebe-se que mesmo as chuvas mais fortes ocorrendo na zona sul do município, as regiões que sofrem mais danos são as da zona norte, o que leva a perceber a importância do desenvolvimento de ações preventivas nas regiões mais críticas para diminuir o risco e a vulnerabilidade desta região.

### 4.3 RISCO E EVENTOS PLUVIAIS EXTREMOS

O espaço urbano de Aracaju em consonância com as demais capitais brasileiras exprime as características do modelo desigual e combinado do sistema capitalista que revela um desenvolvimento estrutural da cidade irregular em que grande parcela da população encontra-se alheio as benesses dos serviços básicos, de infraestrutura e saneamento básico, onde a suscetibilidade de ocorrências de desastres em períodos de eventos pluviais se intensifica.

Em Aracaju, os problemas relacionados ao risco de inundações expõem de forma desigual os cidadãos, já que os aspectos sociais e econômicos condicionam o grau de vulnerabilidade das populações, portanto de resistência dos mesmos aos eventos pluviais intensos.

Deste modo, a relação articulada entre o Estado e o setor privado, sobretudo as corporações imobiliárias impulsionam a valorização das áreas de intensa especulação, proporcionando o desenvolvimento estrutural desses espaços para agregar valor aos empreendimentos, em detrimento da periferia que recebe poucos investimentos em infraestrutura urbana, deixando assim a população dessas áreas mais vulneráveis aos riscos associados aos eventos pluviais extremos.

Porto (2001) diz que a urbanização e seus impactos sobre o meio ambiente, requerem abordagem integrada, trazendo para um mesmo núcleo de ações, aquelas relativas à quantidade e qualidade da água, os aspectos de planejamento urbano, as interações entre os diversos usos do solo urbano e, principalmente, aspectos institucionais e legais necessários para o embasamento e a sustentabilidade das ações de prevenção e controle.

O desenvolvimento urbano ocorre a impermeabilização do solo através de telhados, ruas, calçadas e pátios, entre outros. Dessa forma, a parcela de água que infiltrava passa a escoar pelos condutos, aumentando o escoamento superficial. O volume que escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido pelas plantas, com a urbanização, passa a escoar no canal, exigindo maior capacidade de escoamento das seções. Os efeitos principais da urbanização são: o aumento da vazão máxima, a antecipação do pico e o aumento do volume do escoamento superficial (TUCCI, 1993).

Assim, os eventos pluviais extremos que ocorrem na cidade de Aracaju ocorrem no período de outono e inverno, entre os meses de março a julho, e ocasionam a condição de exposição a riscos para população residente na cidade. A intensificação do processo de urbanização contribuiu para o aumento das áreas de risco às inundações, conforme mostra o mapa de risco a inundações da cidade de Aracaju 2004-2014 (Figura 26).



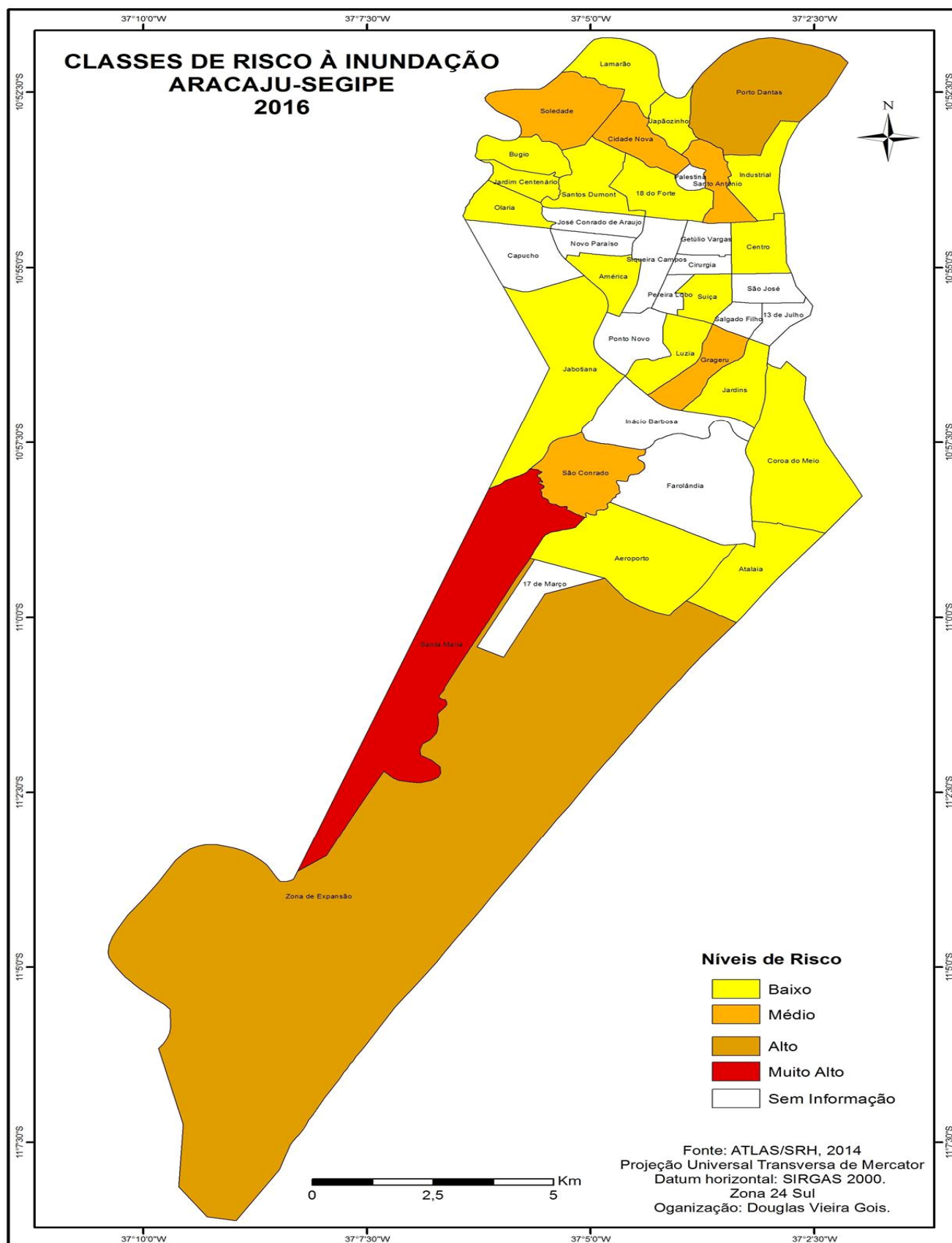


Figura 26: Mapa de risco a inundações da cidade de Aracaju 2004-2014  
 Organização: Douglas Vieira Gois

A construção do mapa de risco a inundações foi feita a partir da análise dos resultados quantitativos dos eventos pluviais extremos levantados junto com uma análise integrada das cartas geomorfológica, de declividade, drenagem e uso do solo da cidade de Aracaju/SE. Através desta análise foi determinado pelo autor 5 (cinco) classes resultando evidenciar as áreas de risco da cidade.

Segundo o mapa construído, o risco a inundações da cidade de Aracaju, entre os anos de 2004 a 2014, estão mais concentradas na zona norte e sul da cidade.

Na zona norte, especificamente no bairro Porto Dantas é onde há maior risco para inundações, devido ao aceleração da ocupação irregular e pela falta de planejamento urbano. Tornando assim um dos bairros com maiores ocorrências e danos materiais na cidade, durante o período analisado.

Na zona sul existe duas realidades: a primeira é a zona de expansão da cidade de Aracaju, que é ocupada por famílias de classe alta, e o bairro Santa Maria por famílias de classe baixa.

Há diferenças de ordem socioeconômicas na capacidade de reagir a eventos de risco, seja pelas classes sociais, seja pela ocorrência no interior da cidade. A população vulnerável sofre consequências que podem variar em grau de intensidade, em função de sua capacidade em enfrentar os desastres.

A zona de expansão possui alto risco a inundações, devido principalmente a falta de macrodrenagem na localidade e por ter uma morfologia de lagoas que foi soterrada para as construções de condomínios de casas. Essa problemática do soterramento gerou um impacto grande devido a obstrução da drenagem pluvial antes existente na localidade, havendo assim ocorrências de inundações a partir de 2009 quando começou a ocupação da localidade.

No bairro Santa Maria a realidade em relação ao poder econômico é visualizado pelo tipo de residência que são encontradas na localidade. Porém, a questão é similar à zona de expansão e de toda cidade de Aracaju. Há falta de planejamento para a rede de drenagem pluvial e há entupimentos dos bueiros pelos lixos jogados pela população. Contudo, a atenção deve ser maior pelo fato de que o risco mais alto no bairro Santa Maria, devido a vulnerabilidade e fragilidade socioambiental inerentes.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O meio formado pelo ambiente natural e a população (socioeconômico urbano) é um ser vivo e dinâmico que gera um conjunto de efeitos interligados, que sem controle, pode levar a cidade ao risco.

Assim, o risco aos eventos pluviais extremos passa essencialmente, pela compreensão da dinâmica dos fenômenos naturais e sociais e de suas inter-relações na produção dos espaços em risco, uma vez que abordagens desintegradas apenas resultaram em respostas parciais, incapazes de perceber adequadamente os problemas presentes.

Além da ocorrência da precipitação e o ritmo climático, outros agentes efetivos para a inundações são os aspectos físicos naturais e morfométricos e os padrões de ocupação. A cidade de Aracaju/SE apresenta susceptibilidade a ocorrência de inundações. As características socioeconômicas, bem como o arranjo da organização do uso do solo, são fatores que acentuam o grau de risco da população na cidade.

As mudanças socioambientais têm se intensificado resultante do desenvolvimento urbano e do aumento populacional. Como consequência, os ambientes naturais se tornam mais frágeis e suscetíveis aos processos de degradação de seus elementos físicos como: solo, hidrografia, clima e vegetação.

Em crescimento com alta velocidade, desencadeado e perpetuado nos últimos 15 anos e, principalmente nos últimos 5 anos, a cidade se ampliou sensivelmente consequente de seu aumento populacional e demanda habitacional. Esta necessidade natural já histórica do Brasil nas relações de migração das cidades do interior para a capital fez Aracaju mudar e se transformar em curto espaço temporal. O claro e expressivo crescimento e aumento populacional em relativo curto espaço de tempo, atrelado a falta de planejamento, terminaram por gerar uma Aracaju espalhada, sem compactação, com rupturas urbanas e problemáticas infraestruturas visíveis.

A urbanização tem ocorrido como resultado do processo socioeconômico do país e das suas regiões. A urbanização no Brasil tem sido realizada pela migração da população rural para as cidades na medida em que ocorre aumento da demanda de emprego e renda nas cidades. Este processo gerou um cinturão de pobreza na periferia das cidades e crescimento acelerado de população sem infraestrutura.

Neste sentido, sobrepõem-se, no mesmo espaço, as vulnerabilidades do meio natural e do homem, por vezes gerando desarmonias entre a dinâmica da natureza e a da sociedade, situação promotora dos riscos aos usuários destes espaços. Esta situação é evidente no

contexto dos países não desenvolvidos, onde não há controle da apropriação dos espaços naturais, induzindo a degradação do homem e dos meios, natural e construído.

Resultados alcançados nesta pesquisa conduziram para a aceitação de que a principal causa do impacto dos eventos pluviais extremos e da formação de risco a inundações em Aracaju/SE advém das imbricações entre os ritmos do clima e os ritmos da urbanização na cidade.

Ademais, pode-se salientar que a relação entre os eventos pluviais intensos e as condições de vulnerabilidade socioambiental no espaço urbano aracajuano, onde as populações residentes nos bairros com menor infraestrutura e, consequentemente, com menor renda são os mais afetados pelas repercussões dos episódios pluviais intensos, estando subjugados a uma maior condição de risco aos eventos climáticos em meio urbano.

Podemos verificar que, no que tange às infraestruturas urbanas, a pesquisa revela que existe efetivamente uma relação intrínseca entre a precariedade de serviços, a infraestrutura e a precipitação. Além disso, o estudo reforçou a ideia de que um serviço de saneamento adequado, no caso o serviço de drenagem urbana contribui diretamente para a melhoria da saúde da população, em conjunção com as chuvas, em suas manifestações habituais e/ou extremas.

O mapeamento das áreas de risco de inundações proporciona as autoridades responsáveis, a oportunidade de entender os processos que envolvem os fenômenos de inundações urbanos, e permite que o poder público possa planejar medidas efetivas, de forma que estes possam ser combatidos de maneira estratégica, apontando medidas preventivas e corretivas, com o intuito de amenizar os impactos causados por esses eventos pluviais extremos.

O risco a inundações pode ser melhor analisado e, talvez constatado se forem feitos comparativos dos padrões tipológicos preexistentes em Aracaju e, 2004, frente aos atuais padrões tipológicos em 2014. A cidade é outra e suas relações também. Não meramente decorrentes do aumento populacional, adensamento do solo e crescimento da cidade, por ela ter crescido com outros padrões tipológicos e suas relações geradas no ambiente urbano, referentes às relações sociais e ao convívio urbano.

Os impactos das precipitações constituem-se em problemas mais sérios do Sistema Climático Urbano, principalmente nas cidades dos países emergentes, dadas às consequências geradas por eventos de maior magnitude, relacionados às inundações urbanas.

As características do quadro natural, associadas aos processos de ocupação e impermeabilização do solo, apontam para Aracaju alguns problemas relacionados a alagamentos e inundações.

Atualmente, a intensa ocupação das áreas de risco, tem provocado maior potencial de danos relacionados aos eventos pluviais extremos, relacionados aos totais mais elevados de precipitação que ocorrem no primeiro semestre de cada ano, em função do comportamento pluvial constante e analisado.

Desta forma uma possível solução seria a criação de uma proposta de reformulação na legislação municipal, no caso o plano diretor urbano, que trata de temas como o uso e ocupação do solo, habitação, legislações ambientais, acrescido de análise sobre o serviço de drenagem urbana. É importante estabelecer novos instrumentos regulatórios, ampliação de linhas de créditos para as entidades prestadoras de serviços de saneamento, incentivos à implantação de soluções intermunicipais e a participação da sociedade civil no processo de reestruturação. Auxiliando com isso a tomada de decisões durante a fase de gestão e reduzindo a margem de erros na elaboração de projetos de infraestrutura a partir de estudos realizados anteriormente. Portanto, devem ser administradas de forma eficiente e fazer parte integral do planejamento total de uma comunidade, pois é importante também que a população tenha a noção da sua importância no processo de gestão na dimensão institucional que juntos Estado e sociedade possam encontrar soluções para melhorar as condições de vida no ambiente urbano.

Conclui-se, portanto, que para que as políticas públicas sejam eficazes, é fundamental que as autoridades públicas considerem as peculiaridades e particularidades naturais da cidade de Aracaju, remanejando as pessoas das áreas propensas às inundações, além de garantir investimentos na educação ambiental, visando diminuir a quantidade de despejo de lixo nos rios e buscar soluções de engenharia mais adequadas.

Vale ressaltar também a construção de um Sistema de Informação Geográfico (SIG) capaz de condensar um amplo número de informações e prognosticar as áreas de riscos a inundações, imprescindíveis para uma gestão pertinente do território do município.

Um SIG permite a constituição de uma base cartográfica georreferenciada que pode servir às diversas entidades e instituições que gerem o território. Trata-se de construir uma base de dados informatizada que reproduza a configuração do território, no caso em estudo, a cidade de Aracaju/SE, identificando as áreas de risco a inundações.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, D. E. A survey of the field of natural hazards and disaster studies. In: CARRARA, A.; GUZZETTI, F. (Ed.) **Geographical Information Systems in assessing natural hazards**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995. cap 1.
- ALMEIDA, L. Q. **Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na Geografia**. *Revista Mercator*. Fortaleza, v.10, n. 23, p. 83-99, 2011.
- AMARAL, R.; RIBEIRO, R.R. Enchentes e Inundações. In: TOMINAGA, L.K; SANTORO, J; AMARAL, R. (Orgs.), **Desastres Naturais, conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, p. 40-53, 2009.
- AMORIM, M. C. de C. T. Ritmo climático e planejamento urbano. In: AMORIM, M. C. de C. T., SANT'ANNA NETO, J. L., MONTEIRO, A. (Orgs.). **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso**. 1. Ed. São Paulo: Outras Expressões, 2013, 173-190p.
- ANEAS DE CASTRO, S. D. **Riesgos y peligros: una visión desde lá Geografía**. Scripta Nova - Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona, n.60, 2000.
- ARAÚJO, H. M. Elementos Componentes do Sistema Ambiental Físico de Aracaju. In: ARAÚJO, H. M; VILAR, J. W. C.; WANDERLEY, L. DE L.; SOUZA, R. M. e (Orgs). **O ambiente urbano: visões geográficas de Aracaju**. São Cristóvão: Departamento de Geografia da UFS, 2006.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. São Paulo: DIFEL, 1986.
- AZAMBUJA, R. N. **Análise Geomorfológica em áreas de expansão urbana no Município de Garanhuns/PE**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Pernambuco, 2007.
- BARBALHO, M. G. DA S. **Morfopedologia Aplicada ao Diagnóstico e Diretrizes para o Controle dos Processos Erosivos Lineares na Alta Bacia do Rio Araguaia (GO/MT)**. Goiânia, Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, 2002.
- BERTRAND, Georges. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. Caderno de Ciências da Terra, n. 13, p. 1-27, 1971.

BESSA JR, O; DOUSTDAR, N. M; CORTESI, L. A. **Vulnerabilidade de municípios do Paraná aos riscos de desastres naturais**. Cadernos Ipardes: estudos e pesquisas. Curitiba, v.1 n.1, p. 82-100, 2011.

BITTENCOURT, A. C. S. et al. Evolução paleogeográfica quartenária da costa do estado de Jipeipe e da costa sul do estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 13, nº 2, 1983.

BONHAM-CARTER, G. F. **Geographic information systems for geoscientists: modeling with GIS**. Ottawa: Pergamon, 1996.

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas Urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

BRAGA, R. **Mudanças climáticas e planejamento urbano**: uma análise do Estatuto da Cidade. Anais do VI Encontro Nacional da Anppas, 2012. 15p.

BRINDLEY, P. **My favorite software**: Geographic Information Systems. Journal of Public Health Medicine, v. 24, n. 2, p.149, 2002.

CÂMARA, G; MONTEIRO, A. M. V; MEDEIROS, J. S. **Representações Computacionais do Espaço**: fundamentos epistemológicos da ciência da geoinformação. Geografia. Rio Claro, n. 28, 2003, p. 83-96.

CARDOSO, A. L. **Desigualdades urbanas e políticas habitacionais socioeconômicas**. Rio de Janeiro: UFRJ. Disponível em: [www.observatoriodasmetrolopes.ufrj.br/](http://www.observatoriodasmetrolopes.ufrj.br/). Acessado em: 14 out. 2014.

CARVALHO, M. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília, Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 176 pp. 2007

CARVALHO, S. Condicionantes e possibilidades políticas do planejamento. In: VITTE, C; KEINERT, T. (Orgs.). **Qualidade de vida, planejamento e gestão urbana**: discussões teórico-metodológicas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

CASTRO, C. M; PEIXOTO, M. N. O; DO RIO, G. A. P. **Riscos ambientais e geografia**: conceituações, abordagens e escalas. Anuário do Instituto de Geociências, Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, p. 11-30, 2005 Acesso em: 04 out. 2014.

CHANDLER, T.J. **The climate of London**. London: Hutchinson University, 1965.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas – Teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (org). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2001, p. 19-45.

COLLESHONN, E. Compreendendo e avaliando a construção do risco relacionado às inundações urbanas. In: MENDONÇA, F. (org.). **Riscos Climáticos: vulnerabilidade e resiliência associados**. Jundiaí: Paco Editorial: 2014

CONCEIÇÃO, G. A.; PINHEIRO, R. C. dos S.; BRITO, G. M.; SANTOS, M. G. R. dos; PAIXÃO, S. M. da. **Centro histórico de aracaju: urbanismo, identidade, usos, políticas urbanas e turismo**. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE TURISMO COM BASE LOCAL. Niterói/RJ. 2010

CRED – Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. **EM-DAT** – The International Disaster Database, Bélgica. Disponível em: <<http://www.emdat.be/database>>. Acesso em: 28 out. 2015

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico – econômico e ao ordenamento territorial**. INPE: São José dos Campos, junho de 2001.

DAUPHINÉ, A. **Risques et Catastrophes**. Observer-Spatialiser-Comprendre. Paris, Armand Colin, 2001.

DESCHAMPS, M. V. **Vulnerabilidade Socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba: UFPR, 2004. 155p. Tese de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

DIAS, N. C. **Análise Integrada do Sistema Lacustre da Maraponga na Perspectiva Socioambiental**. Fortaleza: UFC, 2010. 136p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

EM-DAT – Emergency Events Database. The OFDA/CRED International Disaster Database. Disponível em: <<http://www.em-dat.net/>>. Acesso em: 02 set. 2013.

FAUGÈRES, L. **La Géo-cindynique, Géo-science du Risque**. Bull. Assoc. Géogr. Français, Paris, 1991, p. 179-193.



FELTRIN, T. F.; RAIA JUNIOR, A. A. **Lei 12.608/12 Instrumento de auxílio à gestão da logística humanitária no enfrentamento de desastres causados por fenômenos naturais.** Anais do IX Convibra Administração – Congresso Virtual Brasileiro de Administração. 2012. 13p.

GARCÍA-TORNEL, F. **Algunas cuestiones sobre geografía de los riesgos.** Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona, V. 10, p. 1-12. Nov, 1997. Disponível em: < <http://www.ub.es/geocrit/sn-10.htm>>. Acesso em 02 de dez. de 2014.

GOIS, D. V.; FIGUEIREDO, M. L. F. G.; LIMA, L. P. **Eventos pluviiais intensos e vulnerabilidade socioambiental no espaço urbano de Aracaju, Sergipe.** 2012. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/14559401-Eventos-pluviiais-intensos-e-vulnerabilidade-socioambiental-no-espaco-urbano-de-aracaju-sergipe>>. Acesso em: 13 fevereiro 2016.

GONÇALVES, N. M. S. Impactos pluviiais e desorganização do espaço urbano em Salvador. In: MENDONÇA, F. e MONTEIRO, C. A. de F. (org.). **Clima Urbano.** São Paulo: Contexto, 2003.

GRILLO, R. C.; BRINO, W. C. **O impacto da precipitação pluvial na cidade de Rio Claro-SP.** Geografia. Rio Claro, v.19 n.1, abr. 1994. p.39-60.

HERCULANO, S. Riscos e desigualdade social: a temática da Justiça Ambiental e sua construção no Brasil. I Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisas em Ambiente e Sociedade. Indaiatuba. São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.professores.uff.br/seleneherculano/publicacoes/riscos-desigualdade-social.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

HOFFMANN, T. C. P.; MENDONÇA, F.; GOUDARD, G. Eventos climáticos extremos: inundação e gestão de riscos no Paraná. In: MENDONÇA, F. (org.). **Riscos Climáticos: vulnerabilidade e resiliência associados.** Jundiaí: Paco Editorial: 2014

JACOBI, P. **Impactos socioambientais urbanos – do risco à busca de sustentabilidade.** In: MENDONÇA, F. A. (org.). Impactos Socioambientais Urbanos. Curitiba: UFPR, 2004.

KOBIYAMA M., MENDONÇA M., MORENO D. A., MARCELINO I. P. V. O., MARCELINO E. V., GONÇALVES E. F., BRAZETTI L. P., GOERL R. F, MOLLERI G. S. F., F. M. RUDORFF. **Prevenção de desastres naturais conceitos básicos.** Florianópolis – SC. 1ª Edição. Editora Organic Trading, 2006.

LANDSBERG, H. E. **Man's role in changing the face of the earth**. Chicago: The University of Chicago Press, 1956.

LAVEL, A. **La gestión local del riesgo**: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica. Guatemala: CEPREDENAC/PNUD, 2003.

LEFF, H. **Epistemologia Ambiental**. São Paulo: Cortez, 2001.

MARANDOLA JR, E; HOGAN, D. J. **Natural Hazards**: o estudo geográfico dos riscos e perigos. Revista Ambiente & Sociedade. Campinas, v. 7, n. 2, 2004.

MARCELINO, E. V. **Desastres Naturais e Geotecnologias**: conceitos básicos. Caderno Didático nº 1. São José do Campus, INPE, 2008.

MARCELINO, E. V; NUNES, L. H; KOBAYAMA, M. **Mapeamento de Risco de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina**. Caminhos da Geografia, Uberlândia, ano 8, v. 17, p. 72-84, 2006.

MASCARÓ, L. **Luz, clima e arquitetura**. 3º Ed. São Paulo: Nobel, 1996, p. 33.

MENDONÇA, F. Clima e planejamento urbano em Londrina: Proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do campo termo-higrométrico. In: MONTEIRO, C. A de F., MENDONÇA, F. (Orgs). **Clima Urbano**. São Paulo: CONTEXTO, 2003, P. 93-120.

MENDONÇA, F. de A. Geografia Socioambiental? In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (org). **Elementos de epistemologia da Geografia contemporânea**. Curitiba: Editora UFPR, 2002, p. 111-120.

MENDONÇA, F. **Geografia Física**: ciência humana. 7 ed. São Paulo: Contexto, 2001a. (Repensando a Geografia).

MENDONÇA, F. **Geografia Socioambiental**. *Revista Terra Livre*, São Paulo, n.16, p.139-158, 2001b.

MENDONÇA, F. **Geografia, Geografia Física e Meio Ambiente**: uma reflexão à partir da problemática socioambiental urbana. Revista da ANPEGE. v.5, 2009.

MENDONÇA, F. **Riscos e Vulnerabilidades Socioambientais Urbanos**: a contingência climática. *Revista Mercator*, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 153-163, 2010.

MENDONÇA, F. **Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana**: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba, n. 10, p.139-148, 2004.

MENDONÇA, F. **Riscos, Vulnerabilidades e Resiliência Socioambientais Urbanas: inovações na análise geográfica.** *Revista da ANPEGE*. v. 7, n. 1, p. 111-118, 2011.

MENDONÇA, F.A. **O clima urbano de cidades de porte médio e pequeno: aspectos teóricos-metodológicos e estudo de caso.** In: SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J.A. (Org.). Variabilidade e mudanças climáticas-implicações ambientais e socioeconômicas. Maringá: ed.da UEM, 2000. p.167-192.

MENDONÇA, F. de A; SPRINGER, K. S. A(s) ideia(s) de natureza na Geografia: elementos para a compreensão e debate. In: COSTA, J. de J.; SANTOS, C. O. dos; SANTOS, M. A. dos; ALMEIDA, M. G. de; SOUZA, R. M. e. (ORGS). **Questões geográficas em debate.** São Cristóvão: Editora UFS, 2012, 184 p.

MENDONÇA, F. **Geografia e Meio Ambiente.** São Paulo: Contexto, 2005.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios.** Organizadores: Carvalho, C.S., Macedo, E. S., Ogura, A.T.; Brasília: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 2007.

MONTEIRO, A. As cidades e a precipitação uma relação demasiado briguenta. **Revista Brasileira de Climatologia.** Associação Brasileira de Climatologia. Presidente Prudente: ABCLima, Ano 5, v.5, n.5, p.07-25, 2009.

MONTEIRO, A. Riscos climáticos: hazards, áleas, episódios extremos. In: AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade, SANT'ANNA NETO, João Lima, MONTEIRO, Ana (Orgs.). **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso.** 1. Ed. São Paulo: Outras Expressões, 2013, p. 143-172.

MONTEIRO, C. A. de F. **A Geografia no Brasil (1934-1977): avaliação e tendências.** Série Teses e Monografias, nº 37. Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1980.

MONTEIRO, C. A. F. **A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano: estratégias na abordagem geográfica.** Geosul. Florianópolis, ano V, n. 9, 1 sem, 1990.

MONTEIRO, C. A. F. **Análise rítmica em climatologia. Problemas da atualidade climática em São Paulo e Achegas para um programa de trabalho.** São Paulo: Instituto de Geografia. Universidade de São Paulo, 1971.

MONTEIRO, C. A. F. **Clima e Excepcionalismo**: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: Editora da UFSC, 1991.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistema**: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000.

MONTEIRO, C. A. F. M.. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: Instituto de Geografia. Universidade de São Paulo, 1976 (Série Teses e Monografias nº 25).

MONTEIRO, C. A. F. **Técnicas de Avaliação sensorial**. 2. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, CEPPA, 1984.

MONTEIRO, C. A. de F. **Geossistemas, a história de uma procura**. São Paulo: CONTEXTO, 2000.

MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs). **Geomorfologia**: uma atualização de base e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

NUNES, L. H. **Compreensões e ações aos padrões espaciais e temporais de riscos e desastres**. Territorium, v.16, p.187-189, 2009.

NUNES, L. H. **Urbanização e desastres naturais**. São Paulo: Oficina de Texto, 2015.

OLÍMPIO, J. L. S. **Desastres naturais associados à dinâmica climática no estado do ceará: subsídios à gestão dos riscos de secas e de inundações**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

OLÍMPIO, J. L. S.; VIEIRA, P. M. B.; ZANELLA, M. E; SALES, M. C. L. **Episódios pluviais extremos e a vulnerabilidade socioambiental do município de fortaleza**: o evento do dia 27/03/2012. Geo UERJ - Ano 15, nº. 24, v. 1, 1º semestre de 2013 p. 181-206. Disponível em: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj>. Acessado em: 16 jan. 2015.

PASSOS, M. M. dos. **Geossistema**: um novo paradigma? In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA APLICADA, 6., Curitiba. Anais ... Curitiba: UFPR, 1997. CDROM.

PIELKE JR., R.A.; DOWNTON M.W. **Precipitation and damaging floods**: Trends in the United States, 1932-1997. Journal of Climate, 2000.

PINTO, J. E. S. de S. e NETTO, A. de O. A. **Clima, geografia e agrometeorologia**: uma abordagem interdisciplinar. São Cristovão: Editora UFS; Aracaju: Fundação Oviêdo Teixeira, 2008.

PINTO, J. E. S. de S. O clima local de Aracaju-Se. In: SANT'ANNA NETO, João Lima (Org.). **Os climas das cidades brasileiras**. Presidente Prudente: UNESP, 2002. P.43-60.

PIRES, D. A. da C. **Clima urbano**: uma análise das alterações provocadas pela modelação urbana da cidade de Aracaju-Se, 2011, Dissertação (Mestrado em Geografia). PPGeo/UFS.

REBELO, F. **Riscos Naturais e Ação Antrópica**. Coimbra, Imprensa da Universidade, 2001, p. 274.

REBELO, F. **Um novo olhar sobre os riscos? O exemplo das cheias rápidas (Flash Floods) em domínio mediterrâneo**. *Territorium*, v. 15, p. 7-14, 2008.

RIBEIRO, W. C. **Riscos e vulnerabilidade urbana no Brasil**. In: COLOQUIO INTERNACIONAL DE GEOCRÍTICA, n.XI, 2010, Buenos Aires. La planificación territorial y el urbanismo desde el diálogo y la participación. Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires, 2010. Disponível em: Acesso em: 09 de janeiro de 2011.

RIOS, M. L. **Vulnerabilidade à erosão nos compartimentos morfopedológicos da microbacia do córrego do Coxo/Jacobina-BA**. Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em geografia, do Instituto de Geociência da Universidade Federal de Minas Gerais. 2011.

ROCHA, R; PIRES, H. S. **Minidicionário**. São Paulo: Scipione, 2001.

SANT'ANNA NETO, J. L. Escalas geográficas do clima: Mudança, variabilidade e ritmo. In: AMORIM, M. C. de C. T., SANT'ANNA NETO, J. L., MONTEIRO, A. (Orgs.). **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso**. 1. Ed. São Paulo: Outras Expressões, 2013, 75-92 p.

SANT'ANNA NETO, J. L. O clima urbano como construção social: Da variabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia/Associação Brasileira de Climatologia**, Curitiba/PR: ABClima, ANO 7, n.8, p.45-60, jan/jun/2011.

SANTOS, A. **Riscos geomorfológicos e hidrológicos em Aracaju**. Dissertação de mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, 2012. São Cristovão.

SANTOS, B. F. **Urbanização e clima urbano do bairro Atalaia na cidade de Aracaju/SE**. 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia). PPGeo/UFS.

SANTOS, R. A. et al. **Formações superficiais**. In: SANTOS, R. A.; MARTINS, A. M.; NEVES, J. P. & LEAL, R. M. (Orgs.). Geologia e Recursos Minerais do Estado de Sergipe, Brasília, CPRM-CODISE, 1998.

SARNEI, F. J. **Instrumentos políticos e riscos ambientais urbanos**. Revista Eco 21, Ano XIII, Edição 81, Agosto 2003. Copacabana: Tricontinental Editora Ltda. e Andina Cultural Ltda. Disponível em: <[www.eco21.com.br](http://www.eco21.com.br)> Acesso em: 04 ago. 2014

SAYDELLES, A. P.; **Estudo do campo térmico e das ilhas de calor urbano em Santa Maria-RS**. Dissertação de Mestrado UFSM Santa Maria, RS, Brasil 2005. 237p.

SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL. **Ministério da Integração Nacional. 2013**. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/web/guest/sedec/>>. Acesso em: 31 nov. 2014.

SEPLAN – Secretaria de Planejamento do Município de Aracaju, Relatório Geoambiental. Aracaju, 2005.

SILVEIRA, R. D. **Relação entre tipos de tempo, eventos de precipitação extrema e inundações no espaço urbano de São Sepé – RS**. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS). 2007.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geosistemas: Métodos em Questão**. São Paulo: IGUSP, 1977.

SOUZA, A. C. 2006, **Aracaju no contexto ambiental da Bacia Costeira do rio Sergipe**. In O Ambiente Urbano: visões geográficas de Aracaju, Editora UFS, Aracaju.

SOUZA, L. B; ZANELLA, M. E. **Percepções de Riscos Ambientais: teorias e aplicações**. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

THORNTHWAITE, C. W. **An approach towards a rational classification of climate**. Geographical Review, v.38, p.55-94, 1948.

TOBIN, G. A; MONTZ, B. E. **Natural hazards: explanation and integration**. New York: The Guilford Press. 1997.

TOMINAGA, L. K. **Desastres Naturais: por que ocorrem?** In: TOMINAGA, L. K; SANTORO, J; AMARAL, R. Desastres Naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Cap. 1.

TRICART, J. A. E. **A geomorfologia nos estudos integrados de ordenação do meio natural.** Boletim Geográfico, 34 (251): 15-42. Rio de Janeiro, 1976.

TRICART, J. A. E. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro, IBGE. Recursos Naturais e Meio Ambiente – Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

TRICART, J.; KILLIAN, J. **La Eco-Geografía y la Ordenación del medio natural.** Barcelona: Editora Anagrama, 1979. 288 p.

TUCCI, C. E. M. **Impactos da variabilidade climática e o Uso do solo sobre os recursos hídricos.** In: Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas – Câmara Temática de Recursos Hídricos, Brasília, 2002, maio

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia:** ciência e aplicação. Porto Alegre, ABRH/ ed. da UFRGS, 1993.

TUCCI, C.E.M.; BERTONI, J.C. **Inundações urbanas em América Latina.** Porto Alegre: ABRH-Ed. UFRGS, 2003.

VEYRET, Y; RICHMOND, N. M. **O risco, os riscos.** In: VEYTET, Y (Org.). Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

VIANA, S. S M & AMORIM, M. C. de C. Trindade. O clima urbano em Teodoro Sampaio/SP: Episódios de verão. **Revista Brasileira de Climatología / Associação Brasileira de Climatologia**, Presidente Prudente: ABCLima, Ano 5, n.5, p.41-54, 2009.

VILAR, J. W. C.; ARAÚJO, H. M.; WANDERLEY, L. de L.; SOUZA, R. M. e. **O Ambiente Urbano:** visões geográficas de Aracaju. São Cristóvão: UFS, 2006.

VILLAÇA, F. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In: DEÁK, C.; SCHIFFER, S. R. (orgs.). **O processo de urbanização no Brasil.** São Paulo: Fupam/Edusp, 2002, p. 168-243.

WHITE, G. F. (ed.) **Natural hazard – Local, National, Glocal.** New York: Oxford University Press, 1974, p.288.

ZAMUNER, D. L. **Erosão Urbana em Maringá Paraná:** O Caso do Parque Florestal dos Pioneiros-Bosque II- Dissertação (Mestrado em Geografia)- Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2001.

ZANELLA, M. E.; OLÍMPIO, J. L. S. Impactos pluviais, risco e vulnerabilidade em Fortaleza-CE. In: MENDONÇA, F. (org.). **Riscos Climáticos: vulnerabilidade e resiliência** associados. Jundiaí: Paco Editorial: 2014

ZANELLA, M. E; COSTA, M. C. D; PANIZZA A. C; ROSA, M. V. Vulnerabilidade Socioambiental de Fortaleza. In: DANTAS, E. W. C; COSTA, M. C. L. (Org.). **Vulnerabilidade Socioambiental: na Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: edições UFC, 2009.

ZANIRATO, S. H. et al. Sentidos do risco: interpretações teóricas. **Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales**, Barcelona, v.XIII, n.785, p. 1-16, Maio. 2008. Disponível em: < <http://www.raco.cat/index.php/> >. Acesso em: 02 de dez. 2014.

ZISCHG, A; SCHOBER, S; RAUTER, M; SEYMANN, C; GOLDSCHMIDT, F; BÄK, R; SCHLEICHER, E. Monitoring the temporal development of natural hazard risk as a basis indicator for climate change adaptation. **Natural Hazard**. 2011.